This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

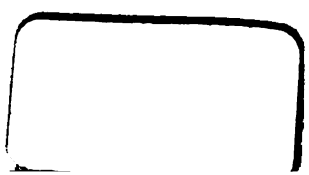
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06906251 5

Digitized by Google



Digitized by Google

PWA
Digitized by Google
Mineralogische

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MINERALOGISCHE

UND

PETROGRAPHISCHE

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON

G. TSCHERMAK.

(NEUE FOLGE.)

DRITTER BAND.

MIT ACHT TAFELN UND FÜNF HOLZSCHNITTEN.

WIEN, 1881.

ALFRED HÖLDER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER.

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Digitized by Google

Alle Rechte vorbehalten.

Digitized by Google

INHALT.

1. Heft.

		Seite
I.	Untersuchungen über Umwandlungsvorgänge in Nephelingesteinen. Von Curt v. Eckenbrecher	1
II.	Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1879. 15. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs	35
III.	Hypersthen von Bodenmais. Von Friedrich Becke. (Mit Tafel I.)	60
IV.	Die pyroxenführenden Gesteine des nordsächsischen Porphyrgebietes. Von Albrecht Penck in München	71
V.	Notizen: Neue Minerale. — Literatur	92

2. und 3. Heft.

VI.	Mittheilungen über die krystallinischen Gesteine des Columbia-Flusses in Nordamerika und die darin enthaltenen Feldspathe. Von P. Jannasch und J. H. Kloos in Göttingen	97
VII.	Ueber die optische Orientirung der Plagioklase. Von Max Schuster. (Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten)	117
VIII.	Notizen: Künstliche hohle Pseudomorphosen. — Neue Minerale. — Literatur	285

4. Heft.

IX.	Mineralogisches aus dem Ostindischen Archipel. Von A. Frenzel	289
X.	Ueber den Hessit (Tellursilberglanz) von Botes in Siebenbürgen. Von Dr. Friedrich Becke. (Mit Tafel V)	301
XI.	Der Boden und die Quellen von Slanik. Von G. Tschermak. (Mit zwei Holzschnitten)	315
XII.	Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt bei Bonn. Von Dr. Hans Pohlig, Privatdocent in Bonn. (Mit Tafel VI)	336
XIII.	Notizen: Ueber Pseudoapatit. — Ueber Neolith. — Literatur	364

Digitized by Google

5. Heft.

Seite

XIV. Studien über bretonische Gesteine. Von Charles Whitmann Cross. (Mit Tafel VII) 369

XV. Die Melaphyre der kleinen Karpathen. Von Dr. Gustav E. Stein. Mit einem Holzschnitt 411

XVI. Chemische Untersuchung der drei neuen Mineralquellen von Krynica. Von Dr. H. Dietrich 439

XVII. Notizen: Die chemische Zusammensetzung der Augite. — Neue Minerale. — Literatur 450

6. Heft.

XVIII. Petrographische Studien an jüngeren Eruptivgesteinen Persiens. Von Josef Blaas in Innsbruck. (Mit Tafel VIII) 457

XIX. Mineralogisches. Von Dr. A. Frenzel 504

XX. Ueber sogenannten kosmischen Staub. Von A. v. Lasaulx . . . 517

XXI. Der Phyllit von Rimognes in den Ardennen. Von Eugen Geinitz in Rostock. (Mit zwei Holzschnitten) 533

XXII. Notizen: Neue Minerale. — Literatur 540

Register 549

Digitized by Google

I. Untersuchungen über Umwandlungsvorgänge in Nephelingesteinen.

Von Curt von Eckenbrecher.

I.

Die durch den zersetzenden Einfluss der Atmosphärilien entstandenen Verwitterungskrusten der Phonolithe sind schon mehrfach Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen.

Namentlich waren es Struve[1]), Gmelin[2]) und vom Rath[3]), die solche Zersetzungsproducte analysirten und durch den Vergleich derselben mit den zugehörigen frischen Phonolithen die durch jene Zersetzung bewirkte chemische Veränderung des ursprünglichen Gesteins und den dabei stattgehabten Process in ihren allgemeinen Zügen klar zu legen versuchten.

Auf Anregung des Herrn Prof. Zirkel nun unternahm ich es, diese höchst interessanten Verhältnisse aufs Neue und zwar in ihren einzelnen aufeinander folgenden Acten zu studiren.

Als Material zu meinen Untersuchungen diente ein vorzüglich schönes und instructives Handstück eines Phonoliths von Zittau[4]). Dasselbe bestand neben ursprünglichem Phonolith, der den Eindruck der grössten Frische macht, aus einer 4 Ctm. starken, aus mehreren Schichten zusammengesetzten Verwitterungskruste und trug so die einzelnen Stadien der Umwandlung in ausgezeichneter Weise zur Schau. Diese Verwitterungszonen waren alle deutlich gegen

---

[1]) Pogg. Ann. VII. S. 348.

[2]) Pogg. Ann. XIV. S. 360. 1828.

[3]) Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. 8. 296. 1856.

[4]) Das Handstück stammt aus der petrographischen Sammlung des hiesigen mineralogischen Museums und wurde wahrscheinlich noch von Naumann gesammelt. Leider fehlt eine genauere Bezeichnung des Fundpunktes, auf der Etiquette war nur angegeben „Zittau, Eisenbahn".

Digitized by Google

einander abgegrenzt und schon durch ihre äusseren Eigenschaften untereinander und vom frischen Phonolith wesentlich verschieden.

Letzterer besitzt eine dunkel grünlichgraue bis schmutzig olivengrüne Farbe. Seine Grundmasse ist feinschuppig bis dicht, nur an den Kanten und in dünnen Blättchen, wie man sie vermöge der ausserordentlichen Dünnschiefrigkeit des Gesteins mit Leichtigkeit von demselben ablösen kann, wird sie etwas durchscheinend. In ihr liegen nun ziemlich regellos bis wenig über 2 Mm. grosse, tafelförmig ausgebildete Sanidinkrystalle eingewachsen. Dieselben sind farblos, geben sich aber auf dem unebenen und splittrigen Bruche durch ihre lebhaft glänzenden Spaltungsflächen zu erkennen. Sonstige Gemengtheile konnten auch mit der Loupe nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Kleine schwarze Punkte schienen dem Magneteisen anzugehören.

Unmittelbar an den frischen Phonolith, aber scharf gegen denselben mit etwas wellig zackigem Verlauf abgegrenzt, schliesst sich dann die erste etwa 1 Ctm. dicke Verwitterungsschicht an. Das Gestein hat hier seine dunkelgrüne Farbe gegen eine hellgraue, etwas bläulich schimmernde vertauscht und bereits ein gut Theil seines Glanzes und seiner Härte eingebüsst. Die Dünnschiefrigkeit nimmt allmählich ab, und die Grundmasse erscheint, besonders durch die Loupe betrachtet, als ein feinkörniges Aggregat, dessen einzelne Körnchen von einer weissen staubartigen Masse eingehüllt sind. Wegen der grösseren Helligkeit der Grundmasse treten hier die Sanidine weniger hervor, dagegen wird das schwarze Magneteisen deutlicher sichtbar.

Ungefähr von gleicher Stärke ist die darauf folgende, durch Eisenoxydhydrat gelblich gefärbte Zone. Das Material derselben besteht aus einem lockeren Aggregat zahlreicher krystallinischer Schuppen und ist bereits so mürbe, dass man es mit einem Messer ohne Mühe zu einem schmutziggelben Pulver zerschaben kann. Grössere etwas matte Sanidine sind aber auch hier noch ersichtlich.

Noch weiter vorgeschritten ist die Zersetzung in der zu oberst lagernden etwa 2 Ctm. dicken Schicht. Ihre im Grossen und Ganzen weisse, nur an einigen Stellen gelblich gefärbte Masse lässt sich besonders gegen die Oberfläche hin bereits mit dem Fingernagel ritzen und sieht fast kreideähnlich aus. Sie ist ausserordentlich porös und zeigt sich unter der Loupe von zahlreichen Sprüngen

Digitized by Google

durchzogen und mit grösseren und kleineren Höhlungen erfüllt. Der Glanz der Sanidinkrystalle hat bedeutend abgenommen und ihr milchig trübes Aussehen lässt auf eine auch bei ihnen bereits theilweise eingetretene Verwitterung schliessen.

Das specifische Gewicht des frischen Phonoliths wurde bei 15° C. gleich 2,60 gefunden. Die Materie der ersten Verwitterungszone erwies sich als etwas schwerer, ihr Gewicht betrug bei gleicher Temperatur 2,63. Dagegen machte sich in der zweiten und dritten Schicht wiederum eine Abnahme des specifischen Gewichts bemerkbar. Die Bestimmungen desselben ergaben bei einer Temperatur von 17° C. für die erstere ein spec. Gewicht von 2,43, für letztere von nur 2,42. Es ist jedoch möglich, dass in diesen beiden letzten Fällen die specifischen Gewichte wegen der Porosität des Gesteines zu gering gefunden wurden.

Ich unterwarf nun zunächst das frische Gestein und die dasselbe umgebenden sorgfältig von einander getrennten Verwitterungsschichten, welche ich hier vom frischen Phonolith ausgehend der Kürze wegen mit den Buchstaben *A*, *B*, *C* bezeichnen will, einer quantitativen chemischen Untersuchung.

Dieselbe wurde nach bekannten Regeln im Laboratorium des Herrn Professor Wiedemann ausgeführt und ergab für den frischen Phonolith folgende Zusammensetzung:

Angewandte Substanz 1·053 Gr.

		Sauerstoffmengen
Kieselsäure	56·638	30·20
Thonerde	23·542	10·99
Eisenoxyd (mit etwas Manganoxyd)	4·463	1·33
Kalkerde	2·801	0·82
Magnesia	0·007	0·002
Kali	5·392	0·92
Natron	6·083	1·57
Wasser	0·484	0·43
	99·410%	

Es betragen die Sauerstoffmengen von:

Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron	3·31
Thonerde, Eisenoxyd	12·32
Kieselsäure	30·20

Digitized by Google

Der sogenannte Sauerstoffquotient, welcher sich ergibt, wenn man die Sauerstoffmengen der Basen durch die der Kieselsäure dividirt, ist = 0·501.

Als Wasser ist in der Analyse der Gewichtsverlust aufgeführt, welchen das Gesteinspulver erlitten, nachdem es längere Zeit im Platintiegel der Weissgluth ausgesetzt war.

Ausser den quantitativ bestimmten Bestandtheilen finden sich in dem frischen Phonolith noch deutliche Spuren von Chlor, und beim Aufschliessen mit kohls. Kali-Natron gab sich auch eine geringe Menge Mangan zu erkennen.

Zur Prüfung auf Schwefelsäure, welche jedenfalls nur in einem durch Salzsäure zersetzbaren Silicat, wie Hauyn, Nosean vorhanden sein könnte, wurde eine grössere Quantität des Gesteins (etwa 10 Gr.) längere Zeit mit conc. HCl gekocht, doch brachte Chlorbarium in der davon abfiltrirten Lösung nicht die geringste Trübung, geschweige eine Fällung hervor. Schwefelsäure war demnach entschieden nicht vorhanden.

Besonders hervorzuheben ist endlich, dass der äusserst fein gepulverte und gebeutelte Phonolith durch kochende Salzsäure zersetzt wird, und dass hierbei eine zwar mässige, immerhin aber noch deutlich als solche erkennbare Bildung von Kieselsäure-Gallerte constatirt werden konnte.

Die auf den frischen Phonolith zunächst folgende Verwitterungsschicht *A.* war nach zwei verschiedenen Analysen, die unter *a* und *b* verzeichnet sind und von denen (unter *c*) das Mittel genommen wurde, folgendermassen zusammengesetzt:

Die Sauerstoffzahlen beziehen sich auf das Mittel.

	a	*b*	*c*	Sauerstoffmengen
Kieselsäure	63·678	63·445	63·561	33·89
Thonerde	17·856	21·324	17·856	8·34
Eisenoxyd	3·992		3.992	1·19
Kalkerde	1·187	1·207	1·199	0·33
Magnesia	0·227	0·175	0·201	0·09
Kali	7·101		7·101	1·19
Natron	5 897		5·897	1·53
Wasser	1·227		1·227	1·09
			101·034%	

Digitized by Google

Es betragen im Mittel *c* die Sauerstoffmengen von:

Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron	3·14
Thonerde, Eisenoxyd	9·53
Kieselsäure	33·89

Der Sauerstoffquotient ist gleich 0·377.

Die Analyse der zweiten Verwitterungsschicht *B* des Phonoliths ergab:

	a	*b*	*c*	Sauerstoffmengen
Kieselsäure	61·506	61·126	61·314	32·69
Thonerde	26·994	24·514	24·514	11·45
Eisenoxyd		1·959	1·959	0·58
Kalkerde	1·775	1·383	1·579	0·46
Magnesia	0·236	0·582	0·409	0·16
Kali	6·536		6·536	1·11
Natron	2·40		2·353	0·61
Wasser	2·019		2·019	1·78
			100·633%	

Hierin betragen die Sauerstoffmengen von:

Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron	2·34
Thonerde, Eisenoxyd	12·03
Kieselsäure	32·69

Der Sauerstoffquotient ist gleich 0·439.

Folgendes endlich ist die Zusammensetzung der äussersten Verwitterungszone *C*.

		Sauerstoffmengen
Kieselsäure	58·408	31·15
Thonerde	24·077	11·24
Eisenoxyd	0·541	0·16
Kalkerde	1·381	0·39
Magnesia	1·582	0·06
Kali	6·305	1·06
Natron	3·17	0·81
Wasser	3·745	3·32
	99·219%	

Digitized by Google

Es sind die Sauerstoffmengen von:

Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron	2·32
Thonerde, Eisenoxyd	13·72
Kieselsäure	31·15

Der Sauerstoffquotient ist demnach gleich 0·44.

In den vorstehenden Analysen der Verwitterungsrinden wurde die Wasserbestimmung wie beim frischen Phonolith ausgeführt.

Chlor, Schwefelsäure und Mangan waren darin nicht nachzuweisen. Magneteisen liess sich wie im frischen Gestein, so auch in den Zersetzungsrinden durch den Magnet erkennen.

Zum Zwecke einer Vergleichung dieser hier gewonnenen Resultate mit denjenigen früherer, mit ähnlichen Phonolithen und deren Zersetzungsrinden angestellten Untersuchungen, habe ich im Folgenden die bezüglichen Analysen zusammengestellt. Sie stimmen im Allgemeinen recht gut mit den meinigen überein.

Struve[1]) untersuchte a) einen frischen Phonolith von Rothenberg bei Brüx und b) dessen weisse Verwitterungsrinde und fand deren chemische Zusammensetzung wie folgt:

	a	*b*
Kieselsäure	57·70	67·98
Thonerde	22·80	18·93
Eisenoxydul	4·25	2·67
Kalkerde	1·05	0·86
Magnesia	0·55	0·49
Kali	3·45	5·44
Natron	4·70	3·26
	99·50	99·63

Ein grünlich grauer Phonolith von Abtsrode (Rhön) war nach den Untersuchungen von Gmelin[2]) a) im frischen, b) im gelblich weiss verwitterten Zustande folgendermassen zusammengesetzt:

	a	*b*
	Spec. G. = 2·623	Spec. G. = 2·651
Kieselsäure	61·901	63·667
Thonerde	17·747	16·341
Eisenoxyd	3·806	5·532
Manganoxyd	0·774	0·639

[1]) Pogg. Ann. 7. 348. 1826.

[2]) Pogg Ann. 14. 360. 1828.

Digitized by Google

	a	*b*
Kalkerde	0·029	1·459
Magnesia	—	—
Kali	8·275	9·206
Natron	6·182	4·101
Wasser	0·666	0·633
	97·679%	99·478%

Nach G. vom Rath[1]) endlich ergab die Analyse a) eines grauen Phonoliths von Olbersdorf bei Zittau und b) dessen gelblich braune, nach dem frischen Kern hin fast weisse Verwitterungskruste folgende Zusammensetzung:

	a Spec. G. = 2·596	*b* Spec. G. = 2·426 (zu gering)
Kieselsäure	61·54	63·93
Thonerde	19·31	16·16
Kalkerde	1·33	0·69
Magnesia	0·10	0·44
Kali	5·86	8·13
Natron	7·65	5·03
Wasser	0·71	0·80
	100·09%	99·86%

Um nun eine klare Vorstellung von dem allmählichen Fortschreiten der Verwitterung des vorliegenden Phonoliths zu gewinnen und zu einem richtigen Verständniss der chemischen Vorgänge zu gelangen, welche dabei stattgehabt haben, war es nothwendig, neben der chemischen auch die mikroskopische Beschaffenheit sowohl des frischen Gesteins wie seiner Verwitterungsschichten einem genauen Studium zu unterwerfen, Untersuchungen, welche in dieser Vereinigung bis jetzt noch nicht vorliegen.

Von den hiezu erforderlichen Dünnschliffen liess ich einen bei Herrn Fuess in Berlin verfertigen, da seine Herstellung besondere Schwierigkeiten bot. Derselbe begreift, senkrecht auf die Schieferung ausgeführt, sowohl den frischen Phonolith als die Verwitterungskrusten in sich und ist bei einer Grösse von 15 Qu.-Ctm. trotz der theilweise sehr weichen Substanz ausserordentlich schön gelungen.

[1]) Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. 8. 296. 1856.

Digitized by Google

Was nun zunächst den frischen Phonolith betrifft, so gibt sich schon bei einem flüchtigen Blick durch das Mikroskop der Feldspath darin als Hauptgemengtheil zu erkennen.

Seine grösseren schon makroskopischen Krystalle gehören, wie die Beobachtung der Auslöschungsrichtung in dazu geeigneten Schnitten, sowie der Mangel einer polysynthetischen Zwillingsbildung erweist, dem Sanidin an und sind als solche vielfach durch einen zonalen Aufbau ausgezeichnet, wie ihn die Sanidine der Trachyte zu zeigen pflegen, doch beschränkt sich diese Structur auch hier, wie gewöhnlich in den Sanidinen der Phonolithe, auf die peripherischen Theile der Krystalle, während das Innere dieselbe nicht besitzt. Die meisten derselben erweisen sich nicht als einfache Individuen, sondern, namentlich bei Betrachtung im polarisirten Lichte, als Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze. Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetze wurden nicht beobachtet.

Auch unter den mikroskopischen Feldspäthen herrscht der Sanidin bei weitem vor. Bisweilen sind mehrere leistenförmige Durchschnitte desselben dicht, fast parallel aneinander gedrängt, und dann wird durch etwas verschiedene Richtung und Dicke im polarisirten Lichte bei den meisten Nicolstellungen ein Bild wie das eines Plagioklaszwillings hervorgerufen. Aber auch solche Gruppen erwiesen an geeigneten Stellen ihre Sanidinnatur, indem die einzelnen einander seitlich berührenden Leisten allesammt gerade auslöschten. Dennoch fehlt der Pagioklas nicht ganz: es kommen auch verschiedene schiefauslöschende Viellinge vor, bei denen die Lamellen auch noch viel schmäler sind, als die Leisten bei jenen Gruppen von nahe aneinander gerückten Sanidinen.

In den quer auf die Schieferung angefertigten Dünnschliffen erscheinen sowohl die grösseren Individuen der Sanidine, als namentlich auch die unzähligen kleineren, welche vermöge der Fluctuationsstructur oft in ausgezeichnetem Parallelismus aneinander gelegt sind, als längliche, mehr oder weniger rechteckige Durchschnitte, welche bei den kleineren oft zehnmal so lang als breit sind.

Nach der üblichen Vorstellung von der Structur des Phonoliths, bei welcher den Feldspathkrystallen in der Regel eine nach M. tafelförmige Gestalt zugeschrieben wird, sollte man erwarten, in parallel der Schieferung angefertigten Dünnschliffen an Stelle

Digitized by Google

jener lang leistenförmigen Durchschnitte, die mehr oder weniger parallel *M* geführten breiten Schnitt wahrzunehmen. Man ist indessen erstaunt, zu bemerken, dass in einem solchen parallel der Spaltbarkeit geschliffenen Präparat die Feldspathe sich abermals in jener länglichen Leistengestalt darstellen, und es bleibt demzufolge keine andere Annahme übrig, als dass die Feldspathe überhaupt hier nicht nach *M* tafelförmig ausgebildet, sondern vielmehr in der Gestalt langausgezogener Stäbe vorhanden sind. In einer senkrecht auf die Schieferung, aber rechtwinklig auf den grossen Dünnschliff geführten Schnittebene würde man demzufolge die Feldspathstäbe als vermuthlich fast quadratische Querschnitte wahrnehmen. Diese kurzstabförmige balkenähnliche Ausbildung ist übrigens nicht nur den kleinsten mikroskopischen, sondern auch den mit blossem Auge sichtbaren Feldspath-Individuen eigen.

Die Substanz der Sanidine macht einen durchaus frischen Eindruck und ist besonders in den kleineren Durchschnitten von ausserordentlicher Reinheit. Die grösseren dagegen sind von Sprüngen und Rissen durchzogen, längs welcher, bald mehr bald weniger auffällig, sich secundäre Bildungen in Form kleiner gelblichbrauner Fäserchen und Körnchen angesiedelt haben, welche indessen hier in bei weitem geringeren Masse auftreten, als in den später zu besprechenden Verwitterungsrinden. Auch fehlen selten sich zu dunkeln Streifen und dichten Haufen vereinigende schwarze punctähnliche Gebilde, welche sich bei näherer Betrachtung als Gasporen ergeben und schichtenweise die Krystalle durchziehen, wie man dies durch Auf- und Niederbewegen der Mikrometerschraube deutlich beobachten kann.

Ausserdem beherbergen fast alle eine Menge der verschiedenartigsten Mineralien, welche auch sonst in dem Gestein vorkommen.

Augit ist in grösseren und kleineren unregelmässig begrenzten Bruchstücken und in feinen Nädelchen, hier und da auch wohl in gut ausgebildeten Krystallen im Sanidin eingewachsen. Weniger häufig finden sich schwarze Magneteisenkörner. Viele Durchschnitte von Feldspath enthalten sehr winzige mit regelmässig sechsseitigen und rechteckigen Umrissen erscheinende, meist wasserklare Kryställchen von Nephelin. Dann und wann kommen auch noch andere kleine blasse, schmutzig gelb aussehende, in einigen Fällen ebenfalls

Digitized by Google

regelmässig ausgebildete Hexagone, öfter aber abgerundet erscheinende, nahezu quadratische Durchschnitte vor, die wohl wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem in der Grundmasse beobachteten rhombendodekaëdrischen Mineral als zu diesem gehörig zu betrachten sind. Bisweilen fanden sich sogar vollständig körperlich wahrzunehmende Rhombendodekaëder im Sanidin eingelagert.

In fast sämmtlichen Querschnitten gewahren wir ausserdem in grosser Menge kürzere und längere, regellos durch dieselben zerstreute, äusserst feine, wasserhelle Krystallnädelchen, deren Substanz manchmal aber auch in Form von grösseren doppeltbrechenden Säulen von 0·03 Mm. Dicke und 0·3 Mm. Länge ausgebildet war. Welchem Mineral diese sich auch sonst häufig findenden Nädelchen angehören, hat bisher noch nicht ermittelt werden können.

Nephelin ist in unserem Gestein nur in sehr winzigen Individuen vorhanden und gibt sich erst nach längerer und öfterer Betrachtung des Dünnschliffs, dann aber auch unzweifelhaft als solcher zu erkennen.

Bei starker Vergrösserung gewahrt man zwischen den einzelnen Sanidinleisten wasserhelle, mit eigenthümlich blendendem Glanze ausgestattete Mineralkörperchen, welche meist rundliche, recht unregelmässige Umrisse in ihren Durchschnitten zur Schau tragen, hin und wieder jedoch auch in recht deutlich erkennbaren, länglich viereckigen und sechsseitigen Schnitten auftreten. Die Mehrzahl derselben erwies sich als doppeltbrechend, einige besonders gut ausgebildete Hexagone blieben zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Lage des Präparats dunkel. Es ist kaum zweifelhaft, dass diese Gebilde, die sich auch in anderen Phonolithen gefunden haben und sich dort als Nephelin ergaben, hier gleichfalls Nepheline sind.

Die Masse, welche zwischen den parallelen oder divergirenden Feldspathleisten liegt, wird aber nicht lediglich aus Nephelin gebildet; es betheiligt sich daran noch ein anderes, bald fast ganz blau, bald bläulich grau oder graulich blau erscheinendes rhombendodekaëdrisches Mineral. Dasselbe findet sich ebenfalls nur in äusserst kleinen Kryställchen von etwa 0·018 bis 0·027 Mm. Durchmesser und ähnelt in seiner Erscheinungsweise den kleinsten Noseanen, wie sie hie und da im Olbrücker, häufig im Hohentwieler

Digitized by Google

Phonolith anzutreffen sind und von Zirkel[1]) beschrieben wurden. Seine bisweilen noch deutlich als quadratähnliche Rechtecke bald als Hexagone erkennbaren, meist aber unregelmässig begrenzten Durchschnitte, von denen die grösseren in ihrem Innern einen staubigen, graulich blauen Kern und hier und da auch rechtwinklige Strichnetze, wenigstens rudimentär, wahrnehmen lassen, werden in der Mehrzahl von einer ebenso unregelmässig und bizarr geformten, durch starke Lichtbrechung ausgezeichneten, blass graulich gelblichen Aussenzone umgeben. Da die meisten dieser kleinen Kryställchen von anderen Mineralsubstanzen der Grundmasse unter- oder überlagert werden, so ist das optische Verhalten derselben als solches dann nicht zu prüfen. Ab und zu aber trifft es sich, dass ein grösseres Individuum derselben genau gerade am Rande des Präparates etwas vorsteht, und dann zeigt sich seine entschiedene optische Isotropie. Der reguläre Charakter dieser Gebilde ist auch dadurch höchst wahrscheinlich, dass, wenn dieselben im Feldspath eingeschlossen liegen, sie, sofern der letztere auf Dunkel eingestellt wird, gleichfalls mit dunkel werden.

Die an diesen Krystallen peripherisch auftretende Substanz findet sich nun auch ausserdem für sich allein in unzähligen kleinsten Körnchen durch die Grundmasse zerstreut. Dieselben dürfen jedoch nicht mit den ähnlich erscheinenden aber stets wasserklaren winzigsten Nephelinchen verwechselt werden.

Man ist von vorneherein geneigt, dieses Mineral, welches regulär und rhombendodekaëdrisch ist und ohne Zweifel zur Hauyngruppe gehört, wegen seiner Auftretungsweise und namentlich wegen der Structur seiner grösseren Individuen dem Nosean oder Hauyn zuzuzählen. Dies scheint indessen nicht gestattet, da durch die Analyse mehrfach gänzliche Abwesenheit der Schwefelsäure constatirt worden ist. Es bleibt uns daher nichts übrig, als dasselbe für Sodalith zu erklären, und damit würde denn auch der gefundene Chlorgehalt in Zusammenhang stehen.

Der Augit tritt bald in grösseren, bis 0·25 Mm. langen und 0·1 breiten, wohl entwickelten Krystallen von prismatischem Habitus, bald in regellos begrenzten Körnern von dunkelgrüner und hellbrauner Farbe auf. Die grösseren, theilweise recht regelmässig acht-

[1]) Pogg. Ann. Bd. 131. 1867.

Digitized by Google

eckig geformten Durchschnitte, Querschnitte durch $\infty P. \infty P \infty .$ $\infty P \infty$, erweisen sich als relativ ausserordentlich kräftig pleochroitisch. Sie sind manchmal rundum von Augitmikrolithen eingehüllt, zeigen jedoch niemals einen Rand schwarzer Materie, von welchem Hornblendekrystalle so häufig umgeben erscheinen. Von letzterer unterscheidet er sich ausserdem durch seine charakteristische Spaltbarkeit, welche fast überall in den grösseren Querschnitten deutlich hervortritt.

Es ist wohl anzunehmen, dass auch die kleinsten grünen Kryställchen, die Nädelchen und Körnchen, welche sowohl einzeln wie zu moosartig sich verzweigenden Aggregaten sich durch die ganze Grundmasse des Phonoliths verbreiten und bald, wie wir gesehen haben, grössere compacte Augite einfassen, bald sich um ein schwarzes Magnetitkorn borstenartig gruppiren, dass diese gleichfalls dem Augite angehören. Oftmals haben sich solche zarte Nädelchen und Körnchen parallel aneinander gelagert und sich zu Formen aggregirt, welche rohen Augitkrystallen entsprechen. Es ist diese Erscheinung besonders bemerkenswerth, da sie selten an den Augitmikrolithen beobachtet wird, sehr häufig sich dagegen bei den Hornblendemikrolithen, z. B. der Diorite, vorfindet.

Von Hornblende ist in diesem Phonolith gar kein Anzeichen zu erblicken. Es ergiebt sich somit auch durch die Untersuchung dieses Vorkommnisses, dass der im Durchschnitt grün werdende Gemengtheil dem Augit angehört, entgegen den früheren Auffassungen, welche denselben der Hornblende zuwiesen.

Meine Untersuchungen haben mich davon überzeugt, dass das betreffende Mineral gleichfalls in einer grossen Anzahl von Phonolithen des böhmischen Mittelgebirges und der Rhön als Augit zu deuten ist.

Es ist namentlich bemerkenswerth, dass hier, wo die Mikrolithen und dünnen Stäbe so unzweifelhaft Augit sind, dieselben vielfach jene gabelähnliche oder eisblumenähnliche Aggregation aufweisen, weil es dadurch wahrscheinlich wird, dass die letzteren Gebilde auch in denjenigen Phonolithen zum Augit zu zählen sind, in welchen sie allein, ohne von deutlich krystallisirten und spaltbaren Augitindividuen begleitet zu sein, wie es hier der Fall ist, vorkommen.

Digitized by Google

Schwarze impellucide, scharf begrenzte Körner von Magneteisen finden sich im Ganzen nicht selten. Nur in sehr spärlicher Menge zeigten sich die staubigen charakteristischen, scharf ausgebildeten hexagonalen Querschnitte des Apatit.

Etwas häufiger wurde dagegen gelber Titanit in seinen unverkennbaren länglich keilförmigen Durchschnitten und unregelmässig eckigen Körnern beobachtet.

Die Structur der Grundmasse ist hauptsächlich durch die darin leistenförmig erscheinenden Sanidine bedingt. Sie rufen zum Theil durch ihren Parallelismus und dadurch, dass sie sich zu grösseren Strömen vereinigend um grössere Krystalle ausweichen, ausgezeichnete Mikrofluctuationserscheinungen hervor, zum Theil stossen sie unter spitzen Winkeln gegen einander oder bilden zu mehreren fächerartige Gruppen um einen Punkt. An andern Stellen wieder liegen besonders die kleinsten Leisten in buntem Gewirr kreuz und quer durcheinander, wie man das vorzüglich im polarisirten Lichte deutlich wahrnehmen kann. Eine glasige Basis konnte nicht mit Sicherheit constatirt werden, wenngleich es nicht unwahrscheinlich ist, dass die allerkleinsten Körnchen noch eine Spur von hyalinem Cäment zwischen sich haben.

Wie die meisten makroskopisch noch vollkommen frisch aussehenden Phonolithe sich mikroskopisch in der Regel als nicht mehr ganz intact erweisen, so lässt auch dieser unter dem Mikroskop schon Spuren einer Zersetzung erkennen.

Dieselbe spricht sich namentlich in einer bereits beginnenden theilweisen Umwandlung einzelner Sodalithindividuen aus. Sie documentirt sich aber auch ausserdem noch an vielen Stellen durch das Auftreten jener feinen, äusserst winzigen Fäserchen, wie wir sie auf den Spalten grösserer Sanidine angetroffen haben, und die, wie kaum zweifelhaft ist, ebenfalls Producte eben jener Zersetzung des Sodaliths (?) darstellen.

Noch auffälliger treten diese Erscheinungen nun in der oben mit *A* bezeichneten ersten, unmittelbar auf den frischen Phonolith folgenden Verwitterungsschicht zu Tage.

Das rhombendodekaëdrische Mineral ist in seinen kleinsten Partikelchen schon grösstentheils, in seinen grösseren Individuen schon zum grossen Theil in zeolithische Substanz umgewandelt. Es hat durchweg seinen hellen Rand verloren und ist deshalb natür-

Digitized by Google

lich auch noch weniger scharf gegen die übrige Grundmasse abgegrenzt als in dem frischen Phonolith. In weitaus den meisten Fällen aber legen nur noch traubige gelbliche Körner, die sich regellos nach allen Richtungen hin ausbreiten, Zeugniss davon ab, dass an ihrer Stelle ehedem Sodalith gesteckt hat.

Auch der Nephelin ist nicht mehr unversehrt geblieben. Seine sonst wasserklaren Durchschnitte haben vielfach eine gelbliche Farbe angenommen und sind fast alle mit einem graulichen Rande umgeben, vermöge dessen sie hier schon bei mässiger Vergrösserung als trübe Punkte sich bemerkbar machen und zwischen den frisch gebliebenen Feldspathleisten, die noch wasserhell sind, insbesondere gut hervortreten.

Die faserigen Augitaggregate und die kleinen Lappen und Fetzen von Augit, welche in der Grundmasse verstreut umherliegen, zeigen sich ebenso trübe und verschwommen, dagegen sind die grösseren dunkelgrünen Augitdurchschnitte und die Sanidine, sowie Titanit und Magneteisen noch kaum merklich von der Zersetzung alterirt worden.

Apatit wurde in diesem Theile des Dünnschliffes nicht gefunden.

Aus der schmutziggelben Grundmasse der Verwitterungsschicht *B* ist das rhombendodekaëdrische Mineral als solches bereits gänzlich verschwunden. Die Nephelindurchschnitte stellen sich als annähernd über ihre ganze Oberfläche matte und trübe, unregelmässig begrenzte Flecken dar und lassen bei starker Vergrösserung eine ähnliche gelbliche Materie erkennen wie die umgewandelten Sodalithe der Schicht *A*.

Selbst die grossen Sanidintafeln und Sanidinleisten konnten hier ihre scharfen Grenzen und ihre Reinheit der Substanz nicht mehr bewahren. Ihre Umrisse sind gleichsam ausgefranst, sie selbst von vielfachen Sprüngen durchzogen und von Höhlungen erfüllt, verlassenen Wohnungen weggeführter Mineralien, in welchen sich neue Substanzen in Form kleiner Nädelchen und mehlartiger Körnchen einquartirt haben. Mitunter sind jedoch auch einzelne Partien solcher Krystalle noch recht gut erhalten, und man findet darin jene winzigen Kryställchen von Sodalith und Nephelin vor der Zerstörung bewahrt.

Digitized by Google

Höchst absonderlich und nicht uninteressant sind die Umwandlungen, welche in dieser Schicht der Augit erlitten hat. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint er gleich dem Titanit und Apatit, die ich trotz vielen Suchens nicht wieder finden konnte, einfach verschwunden zu sein, wenn man aber genauer nachforscht, besonders im polarisirten Lichte, so gewahrt man bald neben den gern in der Nähe des Augit auftretenden Magneteisenkörnern die achteckigen Contouren seiner Querschnitte. Sie haben im auffallenden Lichte ein farbloses trübes Aussehen und bleiben zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Lage des Präparates dunkel bis auf einzelne winzige bald mehr bald weniger schwach doppeltbrechende Partien, welche aus dem dunkeln Kern recht grell hervorleuchten. Im gewöhnlichen Lichte zeigen solche Partien oft wunderlich geformte schlauchartig hin und her gewundene Gebilde, die von gelblichen runden Körnchen erfüllt sind. Letztere liegen vielfach in Haufwerken zusammen oder sie haben sich perlschnurartig aneinander gereiht. In den meisten Fällen zerfiel auch der Rand der Querschnitte bei starker Vergrösserung in lauter ebensolche Körner. Mitunter haben jene körnigen Massen besonders des Randes im polarisirten Lichte ein durchschimmerndes schwammiges Aussehen.

Dasselbe Schicksal hat die kleinen Augite erreicht, auch sie sind gebleicht und trübe geworden und haben eine ganz gelbgraue Färbung angenommen. Letzterem Umstande ist wohl namentlich das hellere Aussehen der Verwitterungsschichten im Gegensatze zu dem frischen Phonolith zuzuschreiben.

Das Magneteisen zeigt ebenfalls einen leichten Anflug von Zersetzung und kommt schon an der Grenze der nächsten Verwitterungskruste nur noch in kleinen verschwommen aussehenden Körnern vor. Von seiner Zersetzung rührt offenbar das rostbraune Eisenoxydhydrat her, welches sich überall in den Spalten und Klüften der grösseren Sanidine und auf ihren Umrissen abgesetzt hat.

In der dritten Verwitterungsrinde treten uns im Allgemeinen keine neuen Erscheinungen entgegen, es macht sich nur eine Zunahme der in *B* wahrnehmbaren bemerkbar. Von ursprünglichem Sodalith und Nephelin findet sich keine Spur mehr.

Der Sanidin zeigt im Gegensatz zu dem im frischen Phonolith hier eine colossale Zersplitterung und Spaltenbildung, welche sich netzartig über seine ganzen Durchschnitte hin ausbreitet. Diese

Digitized by Google

Zerklüftungen, die sicherlich nicht das Product des Schleifprocesses sind, wurden vielleicht durch Wasser, welches bei der ungemein starken Porosität der Verwitterungsrinde leicht bis in die feinsten Spältchen eindringen konnte, und durch hinzukommenden Frost herbeigeführt.

Jedenfalls haben sie die Zersetzung des Gesteins ausserordentlich gefördert. Manche Feldspathe sind so stark davon ergriffen, dass es schwer ist, sie in gewöhnlichem Lichte als solche zu erkennen und sich ihre Existenz und Ausdehnuug erst im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols durch die gleichmässige Polarisation einzelner gleichmässig orientirter Reste kundgibt.

Wenn schon die Zone *B* zum grossen Theil trübe und mehlartig bestäubt erschien, so hat diese Trübung in *C* noch mehr zugenommen, wie man dies besonders gut bei Abblendung, im auffallenden Licht, wahrnehmen kann. Während dort wenigstens noch die kleinen Sanidine als ziemlich wasserklare Leisten, gewissermassen als kurze Einschnitte hervortreten, sind hier auch diese letzteren in ihrer Anzahl sehr reducirt worden. Sie zeigen sich meist sehr verschmälert und verkürzt, auch wohl in mehrere Stücke getheilt, und oftmals gewahrt man bei starker Vergrösserung nur noch eine ganz feine wasserklare Mittellinie, die in viele einzelne Gliedchen zerfällt. Da auch die zeolithischen Aggregate nur noch ab und zu in kleinen Partien sichtbar werden, so hat bei gekreuzten Nicols die Menge der farbig werdenden Theile entschieden abgenommen, und die Grundmasse erscheint alsdann in dieser Schicht wesentlich dunkler als in den vorhergehenden.

Einige hier beobachtete Augitpseudomorphosen waren von einer gelblichen und rostbraunen Materie erfüllt und zeigten besonders gut im polarisirten Lichte ein trüb gelblichweisses Aussehen. Sie dürften vielleicht aus Chlorit und zum Theil aus Brauneisenstein bestehen.

Wenden wir uns nun an der Hand der vorstehenden mikroskopischen Untersuchungen zu einer Betrachtung der von mir ausgeführten chemischen Analysen und sehen wir, ob und in wie weit die Resultate der letzteren den Ergebnissen der ersteren entsprechen.

In der Verwitterungsschicht *A* musste zufolge der allmählichen Zeolithisirung des leichter angreifbaren Gemengtheils, des Sodaliths

Digitized by Google

und des Nephelin, auch eine dem entsprechende Aenderung der chemischen Zusammensetzung hervorgerufen werden.

Nach der üblichen Berechnung der Formeln ergeben sich für die drei Mineralien, für den Nephelin, den Sodalith und den Natrolith die Mengen der Kieselsäure und der Thonerde folgendermassen:

	Nephelin	Sodalith	Natrolith
SiO_2	41·24	40·32	47·29
Al_2O_4	35·26	34·48	26·96

Es muss also, wenn eine Umwandlung der beiden erstgenannten in den letzteren, welcher in den Phonolithen als der gewöhnlichste Zeolith gilt, stattgefunden hat, dies mit einer beträchtlichen Erhöhung des Kieselsäuregehalts und einer ebenfalls nicht unbedeutenden Verminderung des Thonerdegehalts verbunden sein. Das finden wir nun auch durch die Analyse bestätigt: der SiO_2-Gehalt ist um 7% vermehrt worden und der Al_2O_3-Gehalt hat um 5·6% abgenommen.

Dieser Zeolithisirung oder Natrolithisirung entspricht auch der um 0·75% grössere Wassergehalt in der Verwitterungsschicht *A*.

Die geringe Abnahme der Kalkerde und des Eisenoxyds sind wohl zum grossen Theil der beginnenden Zersetzung des Augit zuzuschreiben.

Es mag bei dieser Gelegenheit auf den auffallend geringen Gehalt an Kalkerde und Magnesia trotz des reichlich im Phonolith vorkommenden Augits aufmerksam gemacht werden.

Andere Phonolith-Analysen weisen allerdings noch weniger davon auf.

Der Natrongehalt ist in dem frischen Phonolith und in der Schicht *A* fast identisch; es zeigt sich also, dass wenigstens keine Abfuhr von Na_2O stattgefunden hat.

In der zweiten und dritten Verwitterungszone wird mit Bezug auf den frischen Phonolith ziemlich derselbe Stoffwechsel wahrgenommen, und alle drei Zersetzungsrinden haben in dieser Hinsicht, wie erwähnt, grosse Aehnlichkeit mit den von Struve, Gmelin und von G. vom Rath untersuchten.

Vergleicht man dagegen die einzelnen Stadien der Verwitterung miteinander, zunächst also *B* mit *A*, so bemerkt man, wie, nachdem anfänglich der Kieselsäuregehalt sich sehr beträchtlich

Digitized by Google

erhöht hat, bei fortschreitender Zersetzung allmählich wiederum eine Abnahme der Kieselsäure und eine Vermehrung der Thonerde eintritt. Dieser Wechsel lässt sich dadurch erklären, dass, wie wir mikroskopisch constatirt haben, in dieser Schicht *B* auch der Sanidin bereits sich zu zersetzen beginnt. Eine Zeolithisirung, wie sie Rosenbusch[1]) für die Sanidine der Phonolithe annimmt, ist hier deshalb auf Grund der Analyse nicht wahrscheinlich, weil — wenngleich dadurch ebenfalls eine Abnahme der SiO_2 eintreten würde — andererseits damit eine verhältnissmässig so beträchtliche Zunahme der Al_2O_3 nicht verknüpft sein könnte, im Gegentheil (wie ein Vergleich obiger Zahlen zeigt) eine bedeutende Abnahme der Thonerde die Folge sein müsste. Wir sind vielmehr genöthigt, und dafür spricht auch die mikroskopische Beobachtung, eine Umwandlung zu Kaolin anzunehmen, welcher formelgemäss 46·40 SiO_2 und 39·68 Al_2O_3 besitzt. Damit steht auch der gegen *A* erhöhte Wassergehalt in Zusammenhang.

Zugleich scheint in dieser Zone *B* aber auch die Wegführung der gebildeten Zeolithe zu beginnen, wodurch die Reduction des Natrongehaltes ihre Erklärung findet.

Die Erhöhung des Kieselsäuregehaltes, welche durch letzteren Vorgang herbeigeführt werden sollte, wird wieder ausgeglichen durch den Kaolinisirungsprocess, welcher kräftiger zu wirken scheint. So kommt es, dass im Grossen und Ganzen die Veränderung der Kieselsäure in *B* nicht eben sehr bedeutend ist.

Die abermalige Abnahme des Fe_2O_3-Gehaltes steht mit der Zersetzung des Magneteisens in Verbindung, die ebenfalls mikroskopisch festgestellt wurde und doch wohl in grösserem Massstabe vor sich gegangen zu sein scheint, als es G. vom Rath[2]) auf Grund seiner Analysen annehmen zu dürfen glaubte.

Bei einem Vergleich von *C* mit *B* macht sich wieder eine Abnahme der Kieselsäure des Eisenoxyds und des Wassergehaltes bemerkbar, während der Thonerdegehalt ziemlich derselbe geblieben ist, so dass hier in den wesentlichsten Zügen der Umwandlung die Fortsetzung der *B* charakterisirenden Processe vorzuliegen scheint.

---

[1]) Rosenbusch, Physiographie, II., p. 212.

[2]) Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. 1856. p. 305.

Digitized by Google

Die Verwitterungserscheinungen in *B* und *C* sind sonach sehr ähnlich denjenigen, wie sie an Graniten und Felsitporphyren beobachtet wurden. Als Beispiel möge die Analyse eines quarzreichen Felsitporphyrs von Waldenburg dienen, welche von Tribolet a) im frischen und b) im verwitterten Zustande ausgeführt wurde.

	a	*b*
Kieselsäure	76·60	74·28
Thonerde	12·38	15·12
Eisenoxydul	2·49	2·01
Kalk	1·02	0·63
Magnesia	0·20	0·25
Kali	4·28	3·42
Natron	1·94	1·33
Wasser	1·08	3·00
	100·44%	100·04%

Auch hier hat eine Abnahme der Kieselsäure und eine Zunahme der Thonerde und des Wassers stattgefunden.

Diese Vorgänge, welche die Zersetzung des Felsitporphyrs bewirkten, können natürlich nicht mit den Processen verglichen werden, welche die Zone *A* aus dem frischen Phonolith hervorgehen lassen, und welche ganz eigenthümlicher Art sind, sondern sie treten bei der Verwitterung des Phonoliths erst in einem späteren Stadium auf.

Durch die vorstehenden Untersuchungen ist also der Beweis geliefert, dass die erste Umwandlung dieses Phonoliths mit einer sehr erheblichen Vermehrung der Kieselsäure verknüpft ist, während dieselbe bei fortschreitender Zersetzung allmählich wieder verringert wird, wobei aber selbst das äusserste und letzte Umwandlungsproduct des Phonoliths immer noch mehr Kieselsäure enthält, als das frische Gestein.

Diese letztere Thatsache ist es allein, welche durch die bisherigen Analysen zur Kenntniss gekommen war, welche stets sich nur auf eine oder „die" Verwitterungskruste bezogen. Erst jetzt, nachdem die einzelnen Acte des Vorgangs separat untersucht worden sind, stellt es sich heraus, dass innerhalb der allgemeinen Erhöhung der Kieselsäure noch eine specielle, während des ersten

Digitized by Google

Actes eintretende Hinauftreibung derselben enthalten ist, deren Dasein die früheren Analytiker überhaupt nicht merken konnten.

Während die Letzteren, gestützt auf ihre Analysen, die Verwitterung des Phonolith sich hauptsächlich in einer Verminderung des löslichen Gemengtheils bestehend dachten, kommen wir durch die vereinten mikroskopischen und chemischen Untersuchungen zu dem Resultat, dass jene Verwitterungsvorgänge in verschiedene Processe zerfallen, welche sich in einzelnen Acten nacheinander abspielten, so dass im ersten Stadium vorwiegend eine Zeolithisirung des Nephelin und des rhombendodekaëdrischen Gemengtheils (hier des Sodalith), im zweiten und dritten eine Kaolinisirung des Feldspathes und gleichzeitig die Wegführung der gebildeten Zeolithe stattgefunden hat.

II.

Der Spreustein findet sich nicht selten als einer der zahlreichen accessorischen Gemengtheile des Norwegischen zirkonführenden Eläolithsyenits namentlich auf den Inseln des Langesund-Fjord bei Brevig und in der Gegend von Laurvig und Frederiksvärn.

Er wurde lange Zeit von Einigen als selbständige Mineralspecies betrachtet: Werner war es, welcher ihm 1811 der strahligen Structur und Farbe wegen, die an trockene Spreunadeln erinnere, den Namen „Spreustein" gab und ihm zwischen Strahlstein und Tremolit seinen Platz anwies, Phillip's nannte ihn Torbern Bergmann zu Ehren „Bergmannit".

Spätere Mineralogen hielten ihn für eine faserige Varietät des Wernerits, bis Scheerer[1]) 1845 nachwies, dass er in chemischer Beziehung identisch mit Natrolith sei.

Seitdem sind dann über die Natur und Entstehung dieses Spreusteins von verschiedenen Forschern sehr abweichende Meinungen ausgesprochen worden.

Im Jahre 1852 erklärte Blum[2]), der unter den Spreusteinkrystallen seiner Sammlung eine hexagonale Säule vorfand, die zum Theil aus noch unverändertem Eläolith bestand, denselben für pseu-

[1]) Pogg. Ann. 65. 276.
[2]) Pogg. Ann. 87. 315.

Digitized by Google

domorph nach Eläolith. Er nimmt an, dass diese Umwandlung durch von aussen eindringendes Wasser bewirkt wurde, welches Kali etwas Thonerde und Natron aus dem Eläolith wegführte und dafür zum Theil in die neue Verbindung eintrat.

Dagegen schliesst Scheerer[1]) 1853 aus der innigen Verwachsung des Spreusteins mit vollständig frischer Hornblende und Feldspath, besonders aber aus seiner eigenthümlichen faserigen Structur auf eine plutonische Entstehung desselben. Nach seiner Ansicht wurde der Spreustein zugleich mit Hornblende und Feldspath aus einer feuerflüssigen Masse ausgeschieden, zum Theil in krystallinischen Partien, zum Theil in eigenthümlich gestalteten Krystallen, welche sich als Druck und Hitze abnahmen — nach Art der Krystalle geschmolzenen Schwefels — innerlich in ein Aggregat rhombischer Krystalliten umwandelten. Er hält die Spreusteinkrystalle somit für Paramorphosen nach einem früher existirenden Mineral von der chemischen Zusammensetzung des Natroliths, welches er Palaönatrolith nennt.

Gegen die Annahme einer Bildung auf wässerigem Wege führt er den vollkommen frischen Charakter an, sowohl der übrigen Gemengtheile des Syenits, wie der im Spreustein selbst eingewachsenen fremden Mineralien, die durch einen ihm überhaupt unbegreiflichen Process der Infiltration und Defiltration doch mit hätten zersetzt werden müssen.

Auch glaubt er nicht, dass das Zusammenvorkommen zweier Mineralien an einem Krystall ein Beweis sei für die Entstehung des einen aus dem andern.

Vor Allem aber ist nach seinen Messungen die Krystallform des Spreusteins eine ganz andere als die des Eläolith, er krystallisire monoklin. Also auch aus diesem Grunde könne von einer Pseudomorphose nach Eläolith nicht die Rede sein.

Dauber[2]) findet (1854) eine ziemlich gute Uebereinstimmung dieser auch von ihm selbst wahrgenommenen und gemessenen monoklinen Formen des Spreusteins mit denen des Feldspaths. Er ist deshalb geneigt, eine Pseudomorphose nach Orthoklas anzunehmen.

---

[1]) Pogg. Ann. 89. 26.
[2]) Pogg. Ann. 92. 251.

Digitized by Google

Darauf wies indessen Scheerer [1]) (1854) durch genaue Messungen an etwa 60 Krystallen nach, dass zwar in einigen Winkeln eine Aehnlichkeit zwischen den Krystallformen beider Mineralien vorhanden ist, dass sie aber in andern erheblich von einander abweichen. Ebensolche Aehnlichkeit und Verschiedenheit finde man auch zwischen Spreustein und Hornblende, so dass man mit demselben Recht eine Pseudomorphose nach Hornblende annehmen könnte.

Später, 1855, spricht Blum [2]) seine Bedenken über die Scheerer'sche Hypothese aus. Er zeigt, dass die spreuähnliche Structur, auf welche sich Scheerer's Annahme von der plutonisch-paramorphen Natur hauptsächlich stützt, durchaus keine Eigenthümlichkeit des Spreusteines ist, sondern, dass sich dieselbe auch bei solchen Natrolithen findet, deren Entstehung auf wässerigem Wege Jedermann anerkennen müsse. So kämen ebensolche spreusteinartige Partien eingesprengt vor in den doleritischen Gesteinen von Oberschaffhausen am Kaiserstuhl im Breisgau, von Eichelsachsen im Vogelsgebirge und von der Pflasterkaute bei Marksuhl, noch besser aber in den Phonolithen von Aussig und vom Hohentwiel.

Die fasrige Structur dieses Natroliths sowohl wie die des Spreusteins entstand seiner Ansicht nach nur, weil Mangel an Raum mitten im festen Gestein eine bessere Ausbildung nicht gestattete. Wo dagegen Raum genug war, z. B. auf Spalten und Klüften, da bildeten sich auch im Zirkonsyenit wirkliche Natrolithkrystalle. Durch das Auftreten dieser werde bewiesen, dass selbst das feste Gestein des Syenits dem Wasser zugänglich gewesen sein müsse. Dafür sprechen nach seiner Ansicht auch seine neueren Beobachtungen, nach welchen gleichfalls der Feldspath durchaus nicht völlig unzersetzt geblieben sei, sondern theilweise sowohl seine Farbe geändert, als Wasser aufgenommen habe.

Blum gibt zu, dass nicht alle Formen der Spreusteinkrystalle dem Eläolith entsprechen, hält aber die Behauptung aufrecht, dass es unter ihnen solche gibt, die demselben entlehnt und unzweifelhaft hexagonal sind. Als Beweis führt er einen kleinen Krystall an,

---

[1]) Pogg. Ann. 91, 383—387 u. 93, 95—99.

[2]) Pogg. Ann. 105, 133.

Digitized by Google

dessen Prismen-Winkel 120° betragen und der innerlich aus Eläolith besteht.

Gegen Dauber's Ansicht, die von Scheerer als monoklin bestimmten Formen könnten dem Orthoklas angehören, macht er das Vorkommen von Krystallen des Spreusteins im Orthoklas selbst geltend, was nicht zu deuten sei, wenn der erstere ursprünglich mit dem letzteren identisch gewesen wäre. Er ist vielmehr der Meinung, dass diese nicht hexagonal erscheinenden Spreusteinkrystalle ihre Gestalt dem Oligoklas entlehnt haben und zwar gründet sich diese Annahme auf eine Analyse, welche Carius mit dem feldspathähnlichen Kern eines Spreusteinkrystalls anstellte. Dieselbe ergab nämlich fast genau die Zusammensetzung eines Oligoklases und da der Kern bis auf die vollkommene Zersetzbarkeit durch Chlorwasserstoffsäure auch in seinen sonstigen Eigenschaften, Glanz, Härte und Spaltbarkeit sehr genau mit dem Oligoklas übereinstimmte, so schien es Blum nicht mehr zweifelhaft, dass er es hier ausnahmsweise mit einer Pseudomophose nach Oligoklas zu thun habe, wobei er die Verschiedenheit der Winkel als eine ganz natürliche und leicht erklärliche Folge des Umwandlungsprocesses betrachtete.

Dauber[1]) (1855) glaubt indessen nicht, dass Blum auf Grund dieser Analyse berechtigt sei, den erwähnten Kern für Oligoklas zu halten. Dagegen spreche erstens die Zersetzbarkeit des Minerals durch *HCl* und zweitens das von Carius gefundene Sauerstoffverhältniss der Monoxyde zu den Sesquioxyden 1 : 3.35, welches sonst beim Oligoklas stets genau 1 : 3 betrage.

Liege aber die Ursache dieser Differenz in einer bereits beginnenden Umwandlung, so sei auch ein Verlust an Kieselsäure denkbar und dann könne man mit gleichem Rechte einen durch grossen Natrongehalt ausgezeichneten Orthoklas als ursprüngliche Substanz für den Spreustein annehmen.

Ein Jahr später (1856) spricht sich dann auch Scheerer[2]) in einer längeren Arbeit gegen diese neue Hypothese Blum's von

[1]) Pogg. Ann. 106. 501.
[2]) Pogg. Ann. 108. S. 416.

Digitized by Google

der Zurückführbarkeit gewisser Spreusteinkrystalle auf Oligoklas aus. Er hebt dagegen besonders hervor, dass die Spreusteinkrystalle sich zu dem umgebenden Feldspath in ganz regelloser Beziehung befinden, dass also bei Annahme einer Pseudomorphose die ursprünglichen Oligoklaskrystalle auch in solcher „regellosen Axenrichtung" im Orthoklas eingewachsen gewesen sein müssten, eine Erscheinung, welche man bisher noch nirgends beobachtet habe.

Ausserdem hält er eine solche Umwandlung von Oligoklas in Natrolith auch in chemischer Beziehung sowohl aus früher schon angeführten Gründen als besonders desshalb nicht für wahrscheinlich, weil dieselbe gerade umgekehrt, wie die des Eläoliths, einen Verlust von Kieselsäure und Natron erfordern, und man also bei Annahme beider Entstehungsarten (aus Eläolith und Oligoklas) nebeneinander in ein und demselben Gestein zwei ganz verschiedene Processe voraussetzen müsse. Oder ob man glauben solle, dass das vom Oligoklas defiltrirte kieselsaure Natron gleich dem Eläolith wieder infiltrirt worden sei? In diesem Falle könnte überhaupt kein unversehrter Eläolith mehr neben Spreustein existiren. Er spricht die Vermuthung aus, dass der von Carius analysirte Kern ein Zeolith, vielleicht ein irgendwie seines Wassers beraubter Analcim gewesen sein könne.

Scheerer hat dann nochmals an einer grösseren Menge von Krystallen Messungen vorgenommen und gefunden, dass die Spreusteinformen nicht nur durch Winkeldifferenzen von 10° und 15°, sondern auch durch den gänzlichen Mangel einer sehr häufigen Feldspathfläche $P\infty$ von den Formen des Oligoklases sehr wesentlich verschieden sind.

Das von Blum erwähnte Auftreten des normalen Natroliths neben dem Spreustein im Zirkonsyenit sieht Scheerer an als „ein instructives Beispiel von den Contrasten einer plutonischen Massenbildung und einer neptunischen Gangbildung" und er glaubt für die Aboriginität und die paramorphe Natur des Spreusteins keinen besseren Beweis anführen zu können.

In einem Beitrage zu dieser Abhandlung macht Scheerer noch eine sehr bemerkenswerthe Mittheilung über die Ursache der Farbe des Spreusteins. Durch mikroskopische Untersuchung hatte er sich überzeugt, dass dieselbe von mechanischen Beimengungen

Digitized by Google

herrühre. Um diese zu isoliren, behandelte er den Spreustein mit verdünnter Salpetersäure. Derselbe wurde dadurch langsam zersetzt unter Zurücklassung eines unlöslichen Pulvers von der Farbe des angewandten Spreusteins. Eine Analyse dieses Pulvers ergab:

Kieselsäure	1·58
Thonerde	76·75
Eisenoxyd	6·77
Wasser	14·70
	99·80 %

Er nahm nun an, dass hierin die Kieselsäure einen entsprechenden Theil Thonerde ersetze und erhielt, wenn er dies in Rechnung brachte, das Sauerstoffverhältniss $R_2O_3 : H_2O = 39·14 : 13·07$, welches ihn zu der Ansicht führte, dass die Beimengung des Spreusteins Diaspor sei, zumal da sich ihm auch das chemische Verhalten des Pulvers mit dem des Diaspor als gleich erwies. In den von ihm untersuchten Spreusteinen variirte der Diasporgehalt zwischen 4 und 7 %, er glaubt aber, dass es auch Spreusteine gibt, die davon mehr oder weniger enthalten. Dadurch seien dann auch die von der Zusammensetzung des gewöhnlichen Natroliths, wie von einander abweichenden Resultate verschiedener Spreusteinanalysen zu erklären.

Gebildet wurde dieser Diaspor seiner Ansicht nach aus einem „Restbestandtheil", welcher übrig blieb, nachdem die den Syenit constituirenden Mineralien sich aus dem feuerflüssigen Magma ausgeschieden hatten.

Im Jahre 1863 endlich wurde wiederum eine neue Ansicht über die Entstehung des Spreusteins ausgesprochen. Sämann und Pisani[1]) erklärten nämlich den von ihnen als accessorischen Gemengtheil des Zirkonsyenits nachgewiesenen Cancrinit, für das ursprüngliche Mineral, aus welchem durch Einwirkung des Wassers der von ihnen als Bergmannit bezeichnete Spreustein entstanden sei. Als Gründe für diese Ansicht gaben sie hauptsächlich an:

1. Dass das am meisten am Bergmannit beobachtete hexagonale Prisma die Krystallform des Cancrinit sei.

[1]) Ann. de ch. et. de ph. (3) 67. S. 350.

Digitized by Google

2. Die deutlichen Uebergänge beider Substanzen ineinander.

3. Die Analogie der Zusammensetzung derselben, besonders mit Bezug auf die übereinstimmenden Procentzahlen für die Thonerde.

Auch die beiden Pariser Forscher haben im Spreustein den Diaspor gefunden und knüpfen daran die Bemerkung, dass Scheerer's Paläonatrolith nicht genau die Zusammensetzung von Natrolith gehabt haben könne.

Scheerer[1]) macht 1863 gegen diese neue Hypothese seine früheren Gründe nochmals geltend. Er verurtheilt die Annahme der „Porosität" der krystallinischen Gesteine, durch welche man dieselben allen beliebigen Flüssigkeiten zugänglich zu machen suche. Dieselbe habe aber nicht einmal mehr die Berechtigung einer Hypothese, seitdem er bewiesen habe, dass die Gesteinsdurchdringlichkeit in das Reich der geologischen Fabeln gehöre.

Was die von Sämann und Pisani gemachte Bemerkung über den Diaspor betrifft, so glaubt Scheerer nicht, dass die Beimengungen desselben die Erkennung der wahren Zusammensetzung des Spreusteins beeinträchtigen kann, weil die procentische Menge des Diaspor eine variable sei und auch andere Mineralien des Syenits, namentlich der Eläolith und der Feldspath, ähnliche Beimengungen enthielten. Er hat in dünngeschliffenen Platten beider Mineralien mit dem Mikroskop Beimengungen von röthlicher, bräunlichrother und röthlichbrauner, theils auch weisser Farbe wahrgenommen.

Diese auf die früher erwähnte Art zu isoliren, gelang ihm beim Feldspath nicht, wohl aber beim Eläolith. Das aus letzerem erhaltene Pulver war nach einer Analyse annähernd so zusammengesetzt:

Kieselsäure . . .	30
Thonerde	50
Wasser	11
Natron + etw. Kali	9
	100 %

Hieraus schliesst Scheerer, dass die Substanz ein Gemenge von Diaspor und einem andern Mineral, vielleicht auch nur ein

[1]) Pogg. Ann. 119. 119.

Digitized by Google

durch unzersetzt gebliebenen Eläolith verunreinigter Diaspor sei. Nach nochmaliger Zusammenfassung aller seiner hierüber gemachten Beobachtungen kommt er zu dem Schluss, dass die fremden Beimengungen des Spreusteins wesentlich aus Diaspor bestehen, ebenso wahrscheinlich die des Eläolith und die des Feldspath. Der Spreustein aber enthalte desshalb mehr davon, weil er sich zuerst aus der feuerflüssigen Masse ausgeschieden habe und so von dem Restbestandtheile am meisten einschliessen konnte.

Ob aber der gegenwärtig als Spreustein auftretende Paläonatrolith genau dieselbe chemische Zusammensetzung gehabt habe wie der Natrolith oder nicht, jedenfalls sei derselbe ein wasserhaltiges Mineral gewesen, welches unmittelbar aus der plutonisch geschmolzenen Masse des Zirkonsyenits auskrystallisirt sei und später innerlich die Form des gewöhnlichen Natroliths angenommen habe.

Die letzte Angabe über die Abstammung des Spreusteins stammt von Herter [1]) (1871) her, welcher in dem sogenannten Zirkonsyenit auf der Loo-Oe, östlich von Brevig den derben ziegelrothen Natrolith als ein Umwandlungsprodukt des Orthoklas befand, den er stellenweise verdrängt, während Hornblende und Magneteisen, dem Verwandlungsprocess widerstehend, im Spreustein eingebettet mehr oder weniger frisch erscheinen.

Wir sehen aus dem Vorhergehenden, wie sich über die Entstehung des Spreusteins allmälich vier von einander verschiedene Ansichten herausgebildet haben. Darnach wäre der Spreustein zu betrachten als:

1. Paramorphose nach Paläonatrolith (Scheerer);
2. Pseudomorphose z. Th. nach Eläolith, z. Th. nach Oligoklas (Blum);
3. Pseudomorphose nach Orthoklas (Dauber und Herter);
4. Pseudomorphose nach Cancrinit (Sämann u. Pisani).

Von allen diesen Hypothesen, die uns bald mehr oder weniger begründet erscheinen, wird jede einzelne von ihrem Vertreter natürlich als die allein richtige und mögliche angesehen und von ihm oft in sehr hartnäckiger Weise vertheidigt.

Wie nun ganz ähnliche Streitfragen, welche gleichfalls die Gemüther älterer Forscher jahrelang beschäftigt und erhitzt hatten,

---

[1]) Zeit. d. d. g. Ges. XXIII. 1871. 268.

Digitized by Google

in jüngerer Zeit oft schon durch einen einzigen Blick in das Mikroskop entschieden werden konnten, so schien mir die mikroskopische Untersuchung auch in diesem Falle der richtigste Weg, um zur Klarheit über diese Angelegenheit und zur Gewissheit über die Structur und Entstehungsweise der Spreusteinkrystalle zu gelangen.

Ich fertigte desshalb von einigen Spreusteinen, welche noch von Scheerer herrühren, und die ich durch die Güte des Herrn Professors Zirkel aus dem mineralogischen Museum der hiesigen Universität erhalten hatte, zum Behuf einer solchen Untersuchung eine Anzahl von Dünnschliffen an, und zwar stellte ich dieselben nicht nur von Spreustein an und für sich her, sondern auch von solchen Gesteinspartien, in welchen der Spreustein in unmittelbarer Nachbarschaft des Eläoliths und Orthoklases, der beiden Hauptgemengtheile des Eläolithsyenits, auftritt.

Der fleischfarbige Spreustein von Brevig und Frederiksvärn lässt schon makroskopisch im Dünnschliff seine faserige Structur erkennen und ihr verdankt er seinen eigenthümlichen Seidenglanz, wie derselbe von Mineralien mit ähnlicher Structur z. vom Malachit und vom Wawellit her bekannt ist.

Unter dem Mikroskop zerfällt die schmutzig gelbliche und durch Eisenoxydhydrat röthlich gefärbte „spreuartige" Masse in lauter kleine unregelmässige, aber scharf gegen einander abgegrenzte Partien, welche von büschelartigen und garbenförmig aggregirten Fasersystemen gebildet sind und kreuz uud quer gelagert, unter verschiedenen Winkeln aufeinander stossen; sie gaben sich namentlich bei gekreuzten Nicols vermöge ihrer Aggregatpolorisation durch die prächtigen, in den einzelnen Haufwerken von einander verschiedenen Farbenerscheinungen zu erkennen. Mitunter stossen dieselben nicht unmittelbar zusammen, sondern sie lassen einen hellen, farblosen Raum zwischen sich frei. An solchen Stellen gewahrt man dann häufig bei starker Vergrösserung ziemlich breite Durchschnitte prismatischer, mit stumpfer Pyramide versehenen Krystalle, welche ganz aus solchen bräunlichen, alle der Längsrichtung des Durchschnitts parallel gelagerten und selbst wieder aus Körnchen und Faserchen aufgebauten Stäbchen zusammengesetzt sind, und auf diesen Pyramiden sitzen nun ebenfalls solche prismatische, am Ende pyramidal

Digitized by Google

begrenzte, sehr lange, in ihren dünnsten Individuen farblose Krystallnädelchen auf, welche borstenartig in die farblose Substanz hineinragen.

Diese Nadeln liegen natürlich nicht immer in der Ebene des Schliffes, sondern sie werden entweder unter sehr schiefen Winkeln geschnitten und laufen dann in äusserst feine Spitzen aus, so dass es den Anschein hat, als gingen sie allmälich in die farblose Substanz über, oder sie stehen fast senkrecht zur Schnittebene und man kann dann beim Auf- und Niederdrehen der Mikrometerschraube mitunter deutlich einzelne scharfe Kanten der Nädelchen wahrnehmen.

Die farblose Materie, welche hie und da zwischen den Fasersystemen liegt, erscheint im gewöhnlichen Lichte homogen, erweist sich aber bei gekreuzten Nicols als aus lauter eckig begrenzten Körnern und bandartigen Partien zusammengesetzt, welche, namentlich die Körner, ausserordentlich schön polarisiren und in dieser Hinsicht eine grosse Aehnlichkeit mit Quarz zeigen. Daneben finden sich rhombische Durchschnitte darin, welche, wie manchmal fast mit Gewissheit wahrgenommen werden kann, mit rhomboëdrischen Krystallen zusammenhängen und wohl dem Kalkspath angehören.

Sowohl hier an den farblosen Stellen, als auch in dem Spreustein eingebettet, trifft man ausserdem unregelmässig contourirte Durchschnitte eines wasserhellen und mit verhältnissmässig sehr starker Lichtbrechung begabten Minerals. Dieselben zeichnen sich theilweise durch sehr deutliche monotome Spaltbarkeit aus, welche so stark hervortritt, dass bei einem schiefen Schnitt auf dieselbe die Krystallmasse gleichsam von breiten, dunkeln, scharfgezogenen Streifen durchsetzt erscheint, theilweise zeigen sie eine sich unter fast rechtem Winkel kreuzende, aber weit weniger markirte Spaltbarkeit, wodurch manche den Eindruck machen, als seien sie aus Rechtecken sehr ähnlichen Rhomben zusammengesetzt.

Da nun Scheerer, wie wir gesehen haben, bei Behandlung des Spreusteins mit Säuren ein unlösliches Pulver erhielt, dessen chemische Zusammensetzung ihn veranlasste, dasselbe als Diaspor anzusprechen und da das Vorkommen dieses Minerals im Spreustein auch später von Sämann und Pisani bestätigt wurde, so verglich ich diese eigenthümlichen Gebilde, zu deren Deutung man sich unter

Digitized by Google

den bekannten Gesteinsgemengtheilen vergeblich umsieht, mit dem bisher noch nicht mikroskopisch untersuchten Diaspor.

Ich präparirte einige Dünnschliffe von dem bei Schemnitz in Ungarn vorkommenden Dillnit, welcher Diaspor in reichlicher Menge enthält, und fand allerdings, dass die unregelmässig geformten wasserklaren Durchschnitte des Letzteren, welche ebenfalls von ausserordentlicher Reinheit der Substanz und von fremden Beimengungen vollständig frei sind, in einzelnen Schnitten parallel der Verticalaxe eine sehr vollkommene, der Längsrichtung parallele Spaltbarkeit, welche der an den Krystallen von Diaspor bekannten nach $\infty P\breve{\infty}$ entspricht, zur Schau trugen, während in anderen auf die Verticalaxe geneigten Schnitten, die weniger vollkommene sich kund gab. Ueberhaupt sind diese Schnitte ihrem Aeussern und ihren allgemeinen physikalischen Eigenschaften nach dem im Spreustein gefundenen Mineral sehr ähnlich, und es ist wohl sehr möglich, dass Letzteres mit dem Diaspor identisch ist.

Erwähnen muss ich die auffallende Erscheinung, dass die Durchschnitte des Diaspor von Dilln parallel der Verticalaxe und der Spaltbarkeit nach $\infty P\breve{\infty}$ nicht gerade auslöschen, wie es doch der Fall sein müsse, sofern diese Krystalle wirklich dem rhombischen Systeme angehören. Man wird hier unwillkürlich an das eigenthümliche Auftreten der als rhombisches Sphenoid geltenden Fläche $\frac{1}{2}P\breve{2}$ bei dem Diaspor isomorphen Manganit erinnert. Die für Diaspor angesprochenen Durchschnitte im Spreustein scheinen übrigens, soweit deren Kleinheit die Wahrnehmung gestattete, gerade Auslöschung zu besitzen.

Von sonstigen Mineralien treffen wir im Spreustein neben farblosen Blättchen von unbestimmbarer Natur noch vereinzelt die Hornblende an, theils in grösseren Lappen, theils in Form jener kleinen Täfelchen und Lamellen, wie sie im Eläolith so häufig vorkommen. Die Färbung des Spreusteins rührt, wie erwähnt, von pulverigem Eisenoxydhydrat her.

Eine Analyse dieses schmutzig gelb aussehenden Spreusteins ergab folgende Zusammensetzung desselben:

Digitized by Google

Spec. Gewicht	2·39
Kieselsäure	46·812
Thonerde	27·335
Eisen	Spur
Kalk	Spur
Natron	15·689
Wasser (Glühverlust) . .	10·198
	100·034 %.

Kohlensäure wurde nicht wahrgenommen.

Der Eläolith ist wohl zuerst von Scheerer und später von Zirkel mikroskopisch untersucht und von Letzterem [1]) ausführlich beschrieben worden. Er zeigt sich von vielen Sprüngen durchzogen, längs welcher sich kleine winzige, im polarisirten Lichte Aggregatpolarisation aufweisende Faserchen angesiedelt haben. Die farblose Masse desselben enthält in Menge sechsseitige Täfelchen und unregelmässig begrenzte Blättchen, nicht selten auch lange haarförmige, eigenthümlich gewundene und wirr durcheinander gehende Mikrolithen von grasgrüner Hornblende. Ihnen verdankt der Eläolith nach Zirkel seinen eigenthümlichen Fettglanz und seine Farbe. Sehr sporadisch trifft man in demselben Fetzen und unregelmässige Flecken blauen Sodaliths an.

Etwas häufiger ist der Sodalith im Orthoklas zu finden und ihm gesellen sich in grösserer Menge röthliche, meist unregelmässige Körner und Lappen von Hämatit zu. Die Hornblendetäfelchen scheinen hier nicht in solcher Menge aufzutreten, wie im Eläolith, wogegen lange, nadelförmige und haarähnliche Hornblende-Mikrolithen die Masse des Feldspaths nach allen Richtungen hin durchschwärmen. Was nun diesen Feldspath von Frederiksvärn anbelangt, so wurde das farbenspielende Vorkommniss bekanntlich von Breithaupt als Hauptrepräsentant einiger sonst zu dem Othoklas gerechneter, von ihm aber der nicht völlig rechtwinkligen Spaltbarkeit wegen mit dem Namen Mikroklin bezeichneten Feldspathe hingestellt, nach späteren Messungen von Des Cloizeaux [2]) wurde indessen gerade dieser Feldspath wieder als echt monoklin angesehen.

[1]) N. J. f. M. 1870. p. 812.

[2]) Manuel de minéralogie I. 341.

Digitized by Google

Wenn derselbe nun auch zum grossen Theil orthotom sein mag, so habe ich doch in allen Präparaten zahlreiche, unregelmässig begrenzte Einlagerungen von Plagioklas mit theilweise sehr schöner Zwillingsstreifung in demselben wahrgenommen, wie sie auch Rosenbusch z. B. in dem Orthoklas aus der Gegend von Brevig beobachtet hat.

Ausserdem zeigte sich bald in kleineren Partien innerhalb des Feldspaths, bald das ganze, anscheinend einfache Feldspathindividuum ausmachend, und namentlich im polarisirten Licht ausgezeichnet hervortretend, jene charakteristische Gitterstructur, welche, von immer zahlreicheren Vorkommnissen in der letzten Zeit bekannt geworden, durch die Verwachsung von Orthoklas und Mikroklin erzeugt wird. Die Lamellen sind allerdings von grösster Feinheit, so dass die Feststellung der Auslöschungsrichtung in den einzelnen sehr erschwert wird, gleichwohl aber ist die ganze Structur von solcher Deutlichkeit, dass an der Uebereinstimmung z. B. mit dem Amazonit vom Pikes-Peak kein Zweifel sein kann.

Ja, um die Zugehörigkeit noch evidenter zu erweisen, ziehen durch das Gitterwerk jene streifigen irregulären Bänder eines dritten Feldspaths, welcher nach Des Cloizeaux dem Albit angehören. Es ist demzufolge nicht unmöglich, dass Breithaupt bei seiner Angabe, an dem Feldspath von Frederiksvärn sei $P : M$ nicht 90°, Exemplare, welche aus Orthoklas und Mikroklin bestanden, vor sich gehabt hat.

Was nun die Herkunft des Spreusteins anbetrifft, so ist es gewiss von vornherein am wahrscheinlichsten, dass er dieselbe dem Eläolith verdankt. Dafür spricht besonders das analoge massenhafte Vorkommen von Natrolith als Umwandlungsproduct des Nephelin im Innern des Gesteinsgewebes und auf Klüften der Phonolithe.

Betrachtet man solche Partien, in welchen der Spreustein in unmittelbarer Nachbarschaft des Eläolith angetroffen wird, so bemerkt man an zahlreichen Stellen in der That deutliche Uebergänge der ersteren in die letztere Substanz. Es finden diese Uebergänge theils ohne jegliche Vermittelung statt, indem die schmutzig-graue Spreusteinmasse in langgestreckten, zungenförmigen oder keilförmigen Aggregaten sich in die Eläolithmasse erstreckt und vermöge ihrer Feinfasrigkeit, ohne eine sichtbare Grenze zu bilden, in derselben verschwindet, theils hat sich auf der Grenze ein Zwischenproduct

Digitized by Google

in Gestalt einer weisslich-trüben, wolkig erscheinenden Materie angesiedelt, unter deren Schleier gleichsam sich der allmählige Uebergang vollzieht. In dieser trüben Masse gewahrt man hie und da neben einzelnen grünen Hornblendetäfelchen wiederum jene schon bei der Besprechung des Spreusteins erwähnten farblosen Blättchen, und es scheint, als wenn ihre Menge zunimmt, je mehr wir uns dem Spreustein nähern, während die grünen Täfelchen alsdann immer seltener werden. Es ist desshalb nicht unwahrscheinlich, dass diese farblosen Blättchen ehemals gleichfalls Hornblende waren und dass sie bei der Zersetzung ihrer Umgebung eine Abrundung ihrer Contouren und eine Bleichung erlitten haben, wie wir dieselbe an Augiten verwitterter Phonolithe wahrgenommen haben (vgl. S. 15).

Nach solchen Beobachtungen kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass wir es hier mit Pseudomorphosen von Spreustein nach Eläolith zu thun haben. Somit findet sich die Blum'sche Ansicht, welche meiner Meinung nach überhaupt am meisten für sich hatte, bestätigt.

Doch es fragt sich, ob in diesen Gesteinen der Eläolith die einzige Quelle der Spreustein-Bildung ist. Man kann an den Präparaten eine Reihe von Beobachtungen anstellen, welche mit demselben Recht seiner Entwicklung aus dem Feldspath das Wort reden.

In Dünnschliffen, welche den Spreustein in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Feldspath erkennen lassen, gab sich zwar makroskopisch meist eine recht scharfe Grenze zwischen beiden Gemengtheilen kund. In vielen Fällen wurde indessen gerade in solchen Präparaten mikroskopisch ein mitunter noch deutlicherer Uebergang von Spreustein in den Feldspath wahrgenommen, als derselbe vom Spreustein zum Eläolith stattgefunden hat.

In breiten Strömen erstreckt sich die faserige Masse des Spreusteins mit allen Eigenthümlichkeiten, welche sie in ihren zusammenhängenden Partien besitzt, in den Feldspath hinein und verbreitet sich darin in unzähligen Armen, und nahezu parallel einander verlaufenden bandartigen Streifen. Je weiter sich dieselben von der Grenze beider Substanzen in den Feldspath hinein fortpflanzen, desto mehr verlieren sie ihre faserige und körnige Structur und ihre gelbliche Färbung, bis sie schliesslich ganz hell werden und

Digitized by Google

sich nur noch durch zahlreiche Poren, welche sie enthalten und durch ihr von der Umgebung abweichendes optisches Verhalten im polarisirten Lichte auszeichnen.

Bei näherer Untersuchung wird man nun gewahr, dass es gerade die das Mikroklin-Gitterwerk durchziehenden Albitbänder (vgl. oben) sind, welche zunächst hier der Umwandlung in Spreustein anheimfallen. Bei weiterer Alteration wird auch das Gitterwerk selbst von der Zersetzung ergriffen, und wenn auch die zwischen den Strängen liegende Substanz noch deutlich, manchmal ausgezeichnet die gitterartig gekreuzte Structur des Mikroklin zeigt, so verschwindet dieselbe doch, je mehr man sich dem Spreustein nähert, mehr und mehr. Um aber die thatsächliche Abstammung des Spreustein aus diesem Feldspath zu erweisen, liegen in der Nähe der Grenze beider Substanzen innerhalb der Aggregate der Spreusteinbüschel ganz unzweifelhafte und auch wohl erkennbare kleine Partien von Mikroklin allseitig mit etwas verschwommenen Rändern eingeschlossen.

Ein schöneres und deutlicheres Bild von der allmähligen Umwandlung einer Substanz in eine andere kann man sich kaum vorstellen.

Uebrigens trifft man auch hin und wieder im Spreustein rundum ausgebildete Krystalle von Orthoklas und Plagioklas an, in die hinein sich von den Rändern her einzelne Canäle erstrecken, welche sich im Innern zu breiten und tiefen Buchten erweitern und von faseriger Spreusteinmasse erfüllt sind.

Durch diese Untersuchungen hat sich also auch die von Dauber zuerst ausgesprochene Ansicht von der Entstehung des Spreusteins aus Orthoklas, welcher sich später auch Blum für einzelne Fälle anschloss, und die gleichfalls von Herter vertreten wurde, als richtig ergeben. Was die Frage nach der Entstehung des Spreusteins aus Cancrinit betrifft, so stand mir kein Material zu Gebote, um derselben näher treten zu können.

Es ist allerdings nicht wenig auffallend, dass in diesen Gesteinen der Spreustein sich aus zwei chemisch abweichend constituirten Mineralien, dem Eläolith und dem Feldspath, entwickelt. Wenn aber die Herausbildung desselben aus dem Eläolith die leichter begreiflichere ist, so liegen doch andererseits zahlreiche

Digitized by Google

Beobachtungen für die Möglichkeit einer Umwandlung von Feldspath in zeolithische Substanzen vor.

Scheerer[1]) fand im norwegischen Zirkonsyenit Feldspath von Analcim umgeben und durchdrungen, Tschermak[2]) beobachtete eine Zeolithisirung in einem weissen Orthoklas eines Granits aus dem Dep. de l'Herault und Rosenbusch gewahrte an Sanidinen der Phonolithe eine an den Rändern und längs der Spalten vor sich gehende Alteration in zeolithische Aggregate, auch fand er spärliche Plagioklasleisten der älteren „Pikrite" von Schwarzenstein bei Trogau im Fichtelgebirge selten zu radialstrahligen Zeolithkugeln umgewandelt[3]). Auch Roth erkennt die Umwandlung von Feldspathen in Zeolithe an mehreren Stellen des I. Bandes seiner „Allgemeinen und chemischen Geologie" als sicher feststehende Thatsache an.

Dass bei dieser Gelegenheit die Albitbänder des Mikroklins zuerst der Veränderung in Spreustein anheimfallen, ist nach allgemein bekannter Erfahrung von vorneherein zu erwarten.

II. Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1879.

15. Jahresbericht von **C. W. C. Fuchs.**

I. Eruptionen.

Gegenüber der grossen Zahl von Eruptionen, die im Jahre 1878 vorgekommen sind, hat der Bericht für 1879 nur aus den folgenden 5 vulkanischen Bezirken Nachrichten mitzutheilen.

Vesuv.

Die Periode eruptiver Thätigkeit, welche gegen das Ende des Jahres 1875 an diesem Vulkan wieder begann, dauert noch an

[1]) Pogg. Ann. 108. 428. (1859.)
[2]) Sitzungsber. der Wiener Akad. 47. 224. (1863.)
[3]) Massige Gest 1877. p. 212, 529.

Digitized by Google

und setzte sich ungefähr in derselben Weise auch im Jahre 1879 fort, wie sie sich schon während des vorhergehenden Jahres geltend gemacht hatte. Einzelne kurze gewaltsame Ergüsse schienen von Zeit zu Zeit den Beginn einer wirklichen Eruption einzuleiten. Allein die Ankündigungen derselben, an denen es trotz so häufiger Täuschungen auch in diesem Jahre nicht fehlte, führten stets das etwa darauf wartende Publikum irre, da es bei diesen kurzen Anstrengungen blieb und der Vulkan sehr rasch wieder in eine Art Solfataren-Thätigkeit zurücksank.

Auf den letzten, am 3. November eingetretenen Paroxysmus des Jahres 1878, folgte der erste des Jahres 1879 am 1. Februar. Aus der Spalte, Finestra genannt, aus welcher am 9. September 1878 so reichlich Lava hervorgequollen war, floss auch diesmal die Lava und bewegte sich in zwei Strömen, von denen der eine dem älteren gegen die Somma folgte, der andere sich nach der Seite von Neapel ergoss. Der Gipfelkrater entwickelte unterdessen sehr dichten Rauch. Schon am 14. Februar erfolgte ein neuer Erguss, durch den die Lava bis in das Atrio del cavallo gelangte.

Aehnliche Ergüsse wiederholten sich mehrmals in diesem Jahre. Am 11. Juni floss Lava aus einer Spalte längere Zeit herab; am 15. August erschienen zwei Lavabäche am Abhange, während aus der Hauptöffnung dichte, grell beleuchtete Rauchmassen aufstiegen; am 22. September trat Lava aus dem oberen Schlund des Berges aus, die sich rasch bis zum Fuss des Kegels hinabwälzte; anfangs November ergoss sich die Lava in mehreren Bächen am Berg herab, theils in der Richtung des Atrio del cavallo, theils nach der anderen Seite mit so lebhafter Gluth, dass sie von Neapel aus gesehen werden konnte und ein prachtvolles Schauspiel darbot. Zum Schlusse kamen am 9. December noch einmal Laven zum Vorschein, die während ihres Vordringens in der Richtung des Observatoriums den bis zum Fusse mit Schnee bedeckten Vulkan durch ihre Gluth grell beleuchteten.

Merapi.

Nach einem heftigen Erdbeben am 28. März begann um $4^1/_2$ Uhr morgens am 29. März eine Eruption des Merapi auf Java. Sowohl Asche als Lava wurden von dem Vulkan in grosser Menge

Digitized by Google

ausgeworfen. Die Asche bedeckte noch die Strasse von Surabaja und Jakja fusshoch. — Die meisten thätigen Vulkane des östlichen und westlichen Java scheinen um diese Zeit in eruptiver Thätigkeit begriffen gewesen zu sein. Aus dem Krater des Semeru ergoss sich ein breiter Strom glühender Lava gegen die südliche Küste verwüstend hin, weitumher das Gestade mit seiner Gluth erhellend, und aus dem Gedeh wurden ungeheure Aschenmassen ausgeworfen. Ueber alle diese Erscheinungen sind jedoch keine näheren Nachrichten eingegangen, nur von dem Gedeh ist bekannt, dass er noch im April in lebhafter Thätigkeit war.

Aetna.

Nach einigen leichten Erdbeben begann die Aetnaeruption, der grösste vulkanische Ausbruch des Jahres 1879, am Abend des 26. Mai, indem eine leicht gekrümmte Spalte von zehn Kilometer Länge mitten durch den Hauptkrater hindurch aufriss, und nach der einen Seite, nach Südwesten gegen Biancavilla, auf der andern gegen Nordost nach Mojo, sich hinabzog. Sie hatte bald steile Wände und 4 bis 5 Meter Breite, bald war sie nur durch zahlreiche Sprünge angedeutet. Die am weitesten geöffneten Stellen bildeten sich als Kratere aus, um die sich rasch acht grössere und zahlreiche kleinere Eruptionskegel aufbauten. Dichte Rauchwolken umhüllten den Berg.

Ringsumher bis Taormina und Catania dröhnte der Boden und unaufhörliches unterirdisches Rollen, wie Donner eines Gewitters in der Erde, versetzte die Bewohner der Gegend in Schrecken. Am Abend des 27. Mai öffneten sich an der Spalte gegen Piedimonte zwei neue Kratere, die ihre Flammensäulen hoch in den Himmel erhoben. In der folgenden Nacht begann der Vulkan aus mehreren Oeffnungen grosse Aschenmassen auszuwerfen, die bis Messina das Land bedeckten und sogar Calabrien erreichten. In Messina lag die Asche zwei Linien dick, in Taormina zwei Zoll, in Randazzo und Linguagrossa aber zwei Fuss hoch. Am 28. sah man von Taormina aus, dass von den zwei am Abend des 27. entstandenen Krateren nur einer in Thätigkeit war und ununterbrochen eine hohe Feuersäule ausstiess; bis dahin hatten nämlich Rauchmassen den Berg dem Anblick entzogen. An dem Punkte der

Digitized by Google

ersten Eruption hatten sich drei Kratere gebildet, von denen der mittlere mit furchtbarer Wuth tobte.

Am 29. Mai war der Berg für Taormina wieder von Rauch verhüllt, das Donnern, Rasseln und Stöhnen dauerte aber fort, während der Aschenregen nachgelassen hatte.

Bis zum 31. Mai hatte der Lavastrom an der Ostseite grosse Ausdehnung gewonnen und zahlreiche, in zwei Gruppen vertheilte Kratere warfen noch reichlich Lava aus. Der etwa 200 Meter breite Lavastrom nahm seinen Lauf gegen den Fluss Alcantara und die Ortschaft Mojo, jener auf der Ostseite gegen Biancavilla und S. Maria di Locodia und Paterno.

Die ersten Ausbrüche waren in einer Höhe von ungefähr 3000 Meter eingetreten. Nachdem diese aufgehört, begannen sie zwischen Castiglione und Randazzo in etwa 2500 Meter. Als die Eruptionsstelle am 1. Juni besucht wurde, hatte die Spalte eine Länge von 1000 Meter und der an ihrem oberen Ende gelegene, gegen 200 Meter hohe Eruptionskegel ergoss aus seinem Gipfelkrater noch beständig Lava. Einige hundert Schritte weiter warf ein Krater mit furchtbarem Gebrüll grosse Lavablöcke über hundert Meter hoch empor, die im Bogen wie Sternschnuppen niederfielen. Noch etwas weiter abwärts waren wieder zwei Kratere thätig, von denen der eine Lava, der andere eine Rauch- und Feuersäule ausstiess. Unterhalb schloss eine Reihe von 20 bis 30 Oeffnungen, die in der schmalen Spalte entstanden waren, den Eruptionsbezirk ab. Mit ungeheurer Kraft zischte und quoll eine riesige Lavamasse aus denselben und floss, mit der andern sich vereinigend, den Berg hinab, einen Strom von mehr als 100 Meter Breite und 10—15 Meter Höhe bildend, doch erfolgte zeitweise auch noch Aschenregen.

Am 2. Juni nahm der Ausbruch an Lebhaftigkeit noch zu. Der Hauptlavastrom war an diesem Tage schon 15 Kilometer lang, war oben kaum 100 Meter, unten 500 Meter breit und dehnte sich langsam gegen das noch 1500 Meter entfernte Mojo und den noch $^1/_2$ Kilometer entfernten Alcantara hin aus. Ein zweiter Arm nahm die gleiche Richtung.

Am 6. Juni war die Eruption schwächer. Detonationen und unterirdisches Getöse traten nur noch selten ein und die Lava wälzte sich auf dem flachen Boden bei Mojo nur langsam fort. Das

Digitized by Google

Ende der Eruption kann man am 9. Juni annehmen, denn von da an stieg nur noch Rauch aus dem Hauptkrater auf.

Es scheint, dass die grosse Spalte, welche an mehreren Punkten einen so reichlichen Lavaausfluss ermöglichte, die Veranlassung zu einer so raschen Erschöpfung der nur 12 Tage dauernden Eruption war. Die Oeffnung der Spalte begann an beiden entgegengesetzten Seiten des Vulkans gleichzeitig; auf der Südwestseite in 1650—1500 Meter und auf der Nordostseite zwischen 2200 bis 1500 Meter Höhe. Diese Niveauverschiedenheit bedingte es, dass der mittlere Theil, der dem 3320 Meter hohen Centralkrater entspricht, nur Wasserdampf und feine Asche lieferte, während der südwestliche Theil reichlich Gase und vulkanische Bomben, selbst im Anfang Lava erzeugen konnte, dass aber das Fliessen derselben bald aufhörte, indem sich die Thätigkeit jenseits concentrirte und der obere nordöstliche Theil in gewaltigen Explosionen aus grossen Krateren reichlich Lava lieferte. Der Niveauunterschied mag also die Ursache sein, dass die südwestliche Spalte auch nur kleine Kratere und undeutliche Lavamündungen besitzt, während auf der andern Seite zwischen den zahlreichen Krateren sich auch zwei grosse von etwa 200 Meter Durchmesser und 80 Meter Tiefe ausbildeten und dort der Lavastrom die ungewöhnliche Länge von 16 Kilometer erreichte, da er sich zwar in mehrere Arme, davon einer, welcher bei Ponte Pisciano die Landstrasse zerstörte, 600 Meter breit, theilte, aber in seiner Hauptrichtung gegen Sciambro und Janizzo und dann gegen den Alcantara sich ausbreitete.

Die Asche, welche am 28. Mai in Reggio fiel, wurde von A. Cossa untersucht und bestand aus triklinem Feldspath, Augit, 12% Magneteisen und Glassplittern, alle diese Bestandtheile mit zahlreichen Blasen und Einschlüssen. Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen dieser Mineralien wurden darin noch Titan, Phosphorsäure, Strontium und Lithium nachgewiesen. — Die Lava bei Giarre enthält grosse trikline Feldspathe in einem feinkörnigen Gemenge desselben triklinen Feldspathes mit Augit, Magneteisen und wenig Glassmasse.

Island.

Der submarine Vulkan im Südwesten der Insel Island regte sich wieder auch in diesem Jahre. Ende Mai fanden bedeutende

Digitized by Google

vulkanische Ausbrüche nahe den Geisful-Scheeren statt, vom Fischerdorf Havnen aus sichtbar.

Ein anderer vulkanischer Ausbruch soll im September in der Gegend von Krisuvik vorgekommen sein. Da dort seit Menschengedenken kein Vulkan sich gezeigt hat, sondern nur das grossartige Geysirgebiet von der vulkanischen Natur des Bodens Zeugniss gibt und da die Nachricht von jenem Ausbruch nur auf Hörensagen beruht, so dürfte das Ereigniss sehr in Zweifel zu ziehen sein.

Kilauea.

Die Kilauea war im August ungewöhnlich erregt. Der Lavasee hatte sich bis zum Rand gefüllt und mehrere Ströme von Lava flossen in den niedrigeren Theil des Kraters hinab.

Ilopango.

In dem See Ilopango, im Staate San Salvador, entstand im December 1879 unter furchtbaren Erdbeben ein neuer Vulkan. Der Wasserspiegel des See's senkte sich anfangs und mehrere kegelförmige Hügel tauchten daraus empor, in deren Umgebung das Wasser in siedende Bewegung gerieth. Aus dem höchsten dieser Hügel stiegen Rauch und Flammen so hoch, dass sie von der Stadt S. Salvador aus gesehen werden konnten. Dieser Kegel nahm auch am raschesten an Umfang und Höhe zu und war noch anfangs des Jahres 1880 in lebhafter Thätigkeit und Schlackeneruption begriffen. Schon im Jahre 1875 soll das allmählige Emporsteigen des Seebodens beobachtet worden sein. Uebrigens scheint der ganze See der Krater eines alten, erloschenen Vulkans gewesen zu sein, so dass wir es nur mit dem Wiedererwachen eines alten Vulkans und der Neubildung von Eruptionskegeln zu thun hätten; es müsste dem freilich eine mehr als halbtausendjährige Ruhe vorausgegangen sein, da schon zur Zeit der ersten Entdeckung des Landes nichts mehr von einem Vulkan an dieser Stelle bekannt war.

Digitized by Google

II. Erdbeben.

Die mir bekannt gewordenen Erdbeben sind in nachfolgender Zusammenstellung enthalten:

Januar.

3. Jan. Zwischen $3^1/_4$ und $3^1/_2$ Uhr wieder ein kurzer kräftiger Erdstoss in Buir von S. nach N. mit donnerartigem Getöse und in der Dauer mehrerer Secunden.

4. Jan. Morgens 10 Uhr 45 Min. Erdbeben von Südost in Hausdorf (Kärnten) 3—4 Sec. lang.

9. Jan. Kurz vor Mitternacht ein so starkes Erdbeben in Arequipa, dass man glaubte, seit dem grossen Erdbeben vom 13. August 1868 keinen so starken Stoss mehr gespürt zu haben.

10. Jan. Zwei Minuten vor 3 Uhr nachts ziemlich starker Erdstoss in Aachen und Buir.

10. Jan. Um 7 Uhr 43 Min. morgens zwei unbedeutende Erdstösse mit schüttelnder Bewegung in Aachen und andern Orten des Rheinlandes, besonders Buir, Eschweiler, Köln u. s. w.

11. Jan. Erdbeben in Mittel- und Unter-Kärnten um 10 Uhr 18 Min. morgens. In Eberstein soll schon um $9^1/_2$ Uhr (?) ein Stoss gespürt worden sein; allgemein trat das Erdbeben im ganzen Lavantthale und darüber hinaus um 10 Uhr 18 Min. ein. In Klagenfurt war es mit unterirdischem Rollen verbunden und trat, in den 11 bis 13 Sec. seiner Dauer, mit 3 starken Stössen auf, zwischen denen unzählige wellenförmig verlaufende kleinere Stösse waren. Die Häuser zitterten und wankten, wie bei einer Kanonade. In Bleiberg konnte man deutlich zwei schnell folgende verticale Stösse unterscheiden, durch welche selbst die schwersten Möbel in Bewegung geriethen. Auf Schloss Neuhaus ward die Zeit auf 10 Uhr 29 Min. angegeben mit einer von SW. nach NO. gerichteten Fortpflanzung und mit 3 Sec. anhaltendem dumpfem Grollen. — Die Zeitangaben schwanken um 38 Minuten, von 9 Uhr 50 Min. bis 10 Uhr 28 Min. Fast überall war Getöse mit dem Beben verbunden. In Eisenkappel pflanzte es sich von West nach Ost in vier Secunden fort und bestand aus dumpfem Getöse, dem vier heftige wellenförmige Stösse folgten, so dass Personen sich nur schwer

Digitized by Google

aufrecht halten konnten. Aehnliche Nachrichten kamen aus Tarvis, Unterschäfleralpe, Laibach u. s. w. Am weitesten westlich scheint das Erdbeben in Villach und Spittal an der Drau beobachtet worden zu sein, wo drei Erdstösse, die 5 Secunden anhielten, so heftig waren, dass Thüren aufsprangen.

11. Jan. Im südwestlichen Balkangebirge und am Aegäischen Meere bei Salonichi heftige Erdbeben mit mehreren Stössen. Nördlich von dem Gebirge erstreckten sie sich über den District Muscel, wo ausgedehnte Erdrutschungen stattfanden und unterirdisches Getöse die Naturerscheinung begleitete.

12. Jan. Nachts abermals Erdbeben in Arequipa.

24. Jan. Nachts 2 Uhr Erdbeben in Uri und verschiedenen Orten der Centralschweiz, z. B. Schwyz, Glarus. In Altdorf hörte man dabei ein kanonenschussähnliches Getöse. Man beobachtete die Erscheinung bis hoch auf die Berge hinauf und jenseits des St. Gotthardt in Dissentis.

26. Jan. Um 10 Uhr 15 Min. abends starkes Erdbeben in Waldkirch im Schwarzwald, das Möbel und Fussboden krachen und Gläser klirren machte. Auf die Erschütterung folgte donnerartiges Getöse. Aehnliche Beobachtungen liegen aus Siemonswald und Buchholz vor.

20. Jan. Abends 8 Uhr 20 Min. ein $1^1/_2$ Sec. anhaltendes Erdbeben in der Umgebung von Littai in Unterkrain.

Februar.

2. Febr. Um 6 Uhr 20 Min. Erdbeben in einem Theile von Schweden, besonders zwischen dem Wettersee und der Ostsee in Södermanland und in dem Bezirk von Oerebo. Der Boden wurde wie von einem vorüberbrausenden Güterzug erschüttert, Thüren aufgeworfen und leichtere Gegenstände fielen um. Im Allgemeinen ging die Richtung von SO. nach NW.

9. Febr. Starkes Erdbeben in Elmen im Lechthal, zwei Sec. lang von Süd nach Nord.

11. Febr. Morgens 10 Uhr Erdbeben in Stein in Krain.

12. Febr. Erdbeben in Krain, das sich auf angrenzende Theile von Untersteiermark, Kärnten und Küstenland erstreckte. Der Sitz desselben scheint bei Laibach gewesen zu sein, wo es

Digitized by Google

sich durch besondere Stärke auszeichnete und aus einem von unten nach oben gehenden, um 2 Uhr 44 Min. mittags eintretenden Stosse bestand, der alle Erdbeben der letzten Jahre an Stärke übertraf und dem 3 bis 4 Sec. später ein zweiter Stoss folgte. Schwaches unterirdisches Getöse machte den Anfang. In Osterburg bei Salloch war das Getöse sehr stark und die 8 Sec. anhaltende Erschütterung pflanzte sich von Süd nach Nord fort. In Stein, wo schon am Tage vorher eine Erderschütterung beabachtet worden war, soll das Erdbeben am 12. Februar schon um 2 Uhr 35 Min. und sehr stark eingetreten sein, ebenso in Ferlach; in Klagenfurt dagegen, wo es nur schwach war, erst um 2 Uhr 52 Min. Zu den stark betroffenen Orten gehört auch Adelsberg, wo um 2 Uhr 46 Min. zwei verticale Stösse eintraten, denen ein anhaltendes Rollen von Süd nach Nord vorausging und gleich heftig Krainburg. Weitere Nachrichten ähnlicher Art liefen noch aus Idria, Bischoflak, Veldes, Sagor, Gottschee — dem einzigen Orte in Unter-Krain — St. Georgen am Längsee und Eisenkappel ein. In Fiume gab es nur eine schwache Erschütterung von Nordost nach Südwest und in Triest, wo das Erdbeben in der k. k. Akademie für Handel und Nautik beobachtet wurde, war es wellenförmig und stossend zugleich.

14. Febr. Morgens 7 Uhr schwacher Erdstoss zu Brusio, Canton Graubündten.

14. Febr. Gegen 8 Uhr morgens Erdbeben in Arco (Tirol).

14. Febr. Mittags 2 Uhr 45 Min. abermals Erdbeben in Laibach, Krainburg und Bischoflak.

16. Febr. Morgens 4 Uhr 30 Min. abermals drei Secunden dauernder Erdstoss in Bischoflak.

16. Febr. Erdstoss in Mailand.

17. Febr. Gegen $8^1/_2$ Uhr abends ziemlich starker Erdstoss in Kufstein, der Fenster und Geschirre ein paar Secunden klirren machte und von dumpfem Getöse begleitet war. Jenseits der bairischen Grenze, in Kiefersfelde und Aerendorf scheint die Erschütterung noch heftiger gewesen zu sein; dort folgte ihr das Getöse nach. In Ibbs hat man um $8^1/_4$ Uhr ein heftiges Erdbeben mit Donnergetöse beobachtet, von dem es nicht ausgemacht erscheint, ob es aus einer selbständigen Erschütterung bestand oder mit der an der Tiroler Grenze stattgehabten in Zusammenhang stand.

Digitized by Google

19. Febr. Abends 6 Uhr ziemlich starkes Erdbeben in Inner- und Ausser-Villgraten, einem Seitenthale des Pusterthales in Tirol, aus zwei schnell sich folgenden Stössen bestehend und begleitet von eigenthümlichem Rollen und Sausen in der Richtung von Nordwest nach Südost.

20. bis 21. Febr. Nachts Erdbeben in Gebweiler (Elsass).

23. Febr. Mehrere Erderschütterungen in Rom, die sich an diesem und den folgenden Tagen in verschiedenen Zwischenräumen folgten.

25. Febr. Bei Sonnenaufgang heftiges Erdbeben in mehrmaligen Erschütterungen in Rom, von denen die kräftigste 30 Sec. dauerte. Die letzte trat um $8^1/_2$ Uhr morgens ein. Auch in Neapel fanden an diesem Tage mehrere Erderschütterungen statt, die höchst wahrscheinlich mit denen von Rom in Verbindung standen.

März.

12. bis 13. März. Nachts Erdstoss gegen Nordwesten zu Oederau und Hetzdorf in Sachsen.

13. März. Abends $11^1/_4$ Uhr starkes Erdbeben im nördlichen Persien, besonders zwischen Taebris, Zendjan und Mianeh. Die heftigsten Erdstösse dauerten bis zum folgenden Morgen und zerstörten die Dörfer Tark und Maran (37° 22′ n. Br., 41° 43′ ö. L. v. Greenw.) so vollständig, dass fast alle Einwohner umkamen. Die Bodenbewegung scheint sich gegen Nordwesten fortgepflanzt zu haben, denn unter dem gleichen Datum wurde von Erderschütterungen, von Südost herkommend, in Schuscha und Jelassulary im Gouvernement Baku, berichtet.

27. März. Leichte Erdstösse in einem Theile des Département Allier, am stärksten in Montmarault und Chantelle.

28. März. Abends $8^1/_2$ und 10 Uhr grosses Erdbeben in Ryswyk in holländisch Indien 10—12 Sec. lang. Dasselbe scheint durch den Vulkan Merapi veranlasst worden zu sein.

Im Bezirk Nieder-Fellabrunn bei Stockerau senkte sich im März ein Hügel, wobei sich Erdspalten bildeten. Die dadurch hervorgerufenen Erschütterungen wurden nicht beobachtet.

Digitized by Google

April.

2. April. Bis zu diesem Tage dauerten die heftigen Erdbeben in Persien fort, so dass im Ganzen 21 Dörfer vollständig und 45 theilweise zerstört wurden und 922 Menschen umkamen. Der Sitz derselben soll im Busguschgebirge gewesen sein.

3. April. Leichter Erdstoss zu Cadix.

4. April. Starkes Erdbeben in Batavia und Umgebung. In Tjandjoer, $1^1/_2$ Tagreisen von Batavia entfernt, stürzten dadurch viele Gebäude zusammen. Der Gedeh war um dieselbe Zeit besonders thätig, so dass diese Erderschütterung leicht mit seiner Thätigkeit in Zusammenhang gestanden haben kann.

8. April. Abends 10 Uhr 53 Min. Erdbeben aus einem Stosse mit nachfolgendem Rollen von Südost nach Nordwest in Pontafel.

9. April. Nachts 12 Uhr 5 Min. in Buir wieder ein Erdstoss, dem dumpfes Getöse voranging; desgleichen in Elsdorf.

Mitte April fanden zahlreiche Erderschütterungen auf der Insel Hawaï statt.

25. April. An diesem Tage begannen lange andauernde Erderschütterungen im Seniothale in der Romagna, am stärksten in Palazzuolo, wodurch zahlreiche Gebäude einstürzten.

Im April (der Tag ist unbekannt) ereigneten sich in Chilpancigo an der Westküste von Mexiko Erdbeben.

Mai.

2. Mai. Die am 25. April im Seniothale beginnenden Erdbeben wiederholten sich täglich in starken Stössen bis zum 2. Mai.

Anfang Mai fand im Dorfe Schabka des Bezirkes Soroki in Bessarabien plötzlich eine unterirdische Detonation statt, einem Kanonenschuss ähnlich, worauf längerer unterirdischer Donner und ein heftiges Erdbeben folgten. Letzteres war so stark, dass 27 Häuser einstürzten und in der Erde klafterbreite Risse sich bildeten, aus denen theilweise Wasser quoll.

8. Mai. Morgens 8 Uhr Erdbeben an der Grenze zwischen Krain und Kärnten in dem Bergbau Belschitza am südlichen Abhang des Stou. Die Erschütterung glich dort dem Sprengen einer grossen Mine und wurde sowohl in der Grube, wie an der Oberfläche ge-

Digitized by Google

spürt, verbreitete sich aber nicht weit, da sie in den nahen Bauen am Reichenberg und in der Vigunsea nicht beobachtet wurde.

14. Mai. Ziemlich starker Erdstoss in Serajewo (Bosnien) von 2 bis 3 Sec. Dauer, dem dumpfes Getöse voranging. Die Erschütterung war wellenförmig in der Richtung von Süd nach Nord und endigte mit einem heftigen Stosse.

16. Mai. Abends 7 Uhr 36 Min. starkes Erdbeben von 4 Sec. in Payerbach. In Gloggnitz heftiger Stoss mit Geräusch, als wenn ein schwerer Wagen an den Häusern angefahren wäre.

17. Mai. Erdbeben in Mexiko von Veracruz bis zur Hauptstadt. In Cordoba wurden viele Häuser zerstört und in Orizaba sämmtliche Kirchen, Brücken und viele Häuser.

18. Mai. Gegen Mitternacht ziemlich heftiges Erdbeben zu Marmaros-Szigeth (Ungarn).

25. Mai. Schon seit Monaten spürte man an den Abhängen des Aetna bald mehr, bald weniger starke Erderschütterungen, die am 25. Mai auffallend zunahmen.

25. Mai. In der Umgebung von Giarre (Sicilien), wohl in Zusammenhang mit den eben erwähnten Erscheinungen, fanden am 25. Mai acht starke Erdstösse statt.

26. Mai. Mehrere schwächere und ein starker Stoss eröffneten die Aetnaeruption. Unten in der Ebene spürte man wohl den Stoss, doch war er nicht stark genug, um erhebliche Zerstörungen anzurichten, aber Risse entstanden in den Mauern, Dächer verschoben sich und die Kuppel der Hauptkirche von Riporto wurde beschädigt.

26. Mai. Abends mehrere Erdstösse in Aachen, so stark, dass Thüren aufsprangen. In der Nacht spürte man auch in Idstein einen Erdstoss.

27. Mai. Erdbeben in Reggio bei fortdauernder Aetnaeruption.

29. Mai. Erdbeben in Costarica, wodurch die Kathedrale von S. José zerstört wurde.

Juni.

8. Juni. Kurz nach dem Ende des Aetnaausbruches fanden am östlichen Abhang desselben mehrere Tage lang leichte Erdstösse statt.

Digitized by Google

11. Juni. Bei leichter eruptiver Thätigkeit des Vesuv waren an dem Vulkan zahlreiche Erdstösse zu spüren.

17. Juni. Morgens 8 Uhr heftiger verticaler Stoss am Aetna, der grosse Verwüstungen anrichtete und dem nach einigen Minuten noch mehrere wellenförmige Stösse folgten. Auf dem von Zeffarana nach Monochilo am Südost-Abhang sich herabziehenden Rücken war der Mittelpunkt der Erschütterung, wahrscheinlich zwischen Monochilo und Bongiardo. Alle Häuser und zahlreiche Villen dieser Gegend wurden zerstört. Bongiardo und St. Veneria haben verhältnissmässig weniger gelitten, obgleich ganze Strassen einstürzten und kein Haus unbeschädigt blieb. Gegen das Meer hin nahm die Zerstörung immer mehr ab. Man zählte gegen sechshundert zerstörte Häuser, acht Todte und 24 Verwundete.

21. Juni. Morgens 8 Uhr 53 Min. starkes Erdbeben aus continuirlichen Stössen von West nach Ost 4 bis 6 Sec. lang in Agram.

22. Juni. Nachts 1 Uhr 22 Min. abermals Erdbeben in Agram, ebenso stark wie am vorhergehenden Tage.

22. Juni. Morgens 5 Uhr 30 Min. Erdbeben aus einem etwa 2 Sec. dauernden Stosse in Raibl, wodurch Möbel in schwankende Bewegung versetzt wurden und der, unter Getöse sich ankündigend, von Nordwest gegen Südost gerichtet schien. In Deutsch-Bleiberg, Saifnitz und Tröpschach wurde er gleichfalls beobachtet, in Pontafel um 5 Uhr 32 Min.

In den letzten Tagen des Juni wurden am Südost-Abhang des Aetna wieder Erderschütterungen gespürt.

29. Juli. An diesem Tage begannen anhaltende Erdbeben aus zahlreichen, stärkeren und schwächeren Stössen in der Provinz Kunsu, wobei in mehr als dreissig Districten Menschen umkamen und Häuser zerstört wurden.

Juli.

1. Juli. Gegen 4 Uhr morgens wurde in der Provinz Kunsu, besonders in den Orten Chie, Chow, Hsien und Hsi-ho, wieder ein von donnerähnlichem Getöse begleiteter Erdstoss verspürt, wobei sich der Boden öffnete und Wasser hervorschoss. Wälle, Gebäude

Digitized by Google

und Tempel wurden zerstört und in einigen Städten kamen 200 bis 300 Menschen um.

2. Juli. Morgens $1^3/_4$ Uhr senkrechter Erdstoss in Bug bei Greifenberg.

2. Juli. Kurz nach Mitternacht Erdstoss in Athen

3. Juli. Nachmittags 4 Uhr 15 Min. drei heftige Erdstösse in Athen und Umgebung, deren Mittelpunkt in Xylokastron bei Korinth gewesen zu sein scheint. Der Parnass und die Stadt Theben wurden leicht erschüttert.

6. Juli. Kurz nach Mitternacht abermals Erdstoss in Athen.

11. Juli. Heftiges Erdbeben in Alexandrien.

11. Juli. Bis zu diesem Tage dauerten die heftigen Erdbeben in China ununterbrochen fort.

20. Juli. Ziemlich heftiger Erdstoss in Vulpera im Engadin um $3^1/_2$ Uhr morgens.

27. Juli. Morgens 9 Uhr 15 Min. Erdbeben in Feldkirch von Süd nach Nord, aus einem ziemlich starken Stoss bestehend.

30. Juli. Morgens 11 Uhr 35 Min. heftiges Erdbeben 40 Sec. lang auf St. Thomas in Westindien.

August.

10. August. Morgens 2 Uhr 55 Min. in Canea drei in kurzen Zwischenräumen folgende Erdstösse, von denen die beiden letzten die stärkeren waren. Sie dauerten 2 Sec. in der Richtung von Nord nach Süd, machten sich in Rethymo in gleicher Weise bemerkbar, dagegen sehr schwach auf Candia.

15. August. Nachrichten, welche dieses Datum tragen, melden starke Erdbeben in den Provinzen Sze-tschum, Schen-si und Kunsu, die grossen Schaden anrichteten.

31. August. Morgens 5 Uhr Erdstoss in Szegedin und noch heftiger auf der St. Ivan-Insel und in Szöneg.

September.

9. Sept. Morgens 6 Uhr Erdbeben in Lyon von Süd nach Nord 2 Sec. lang.

Digitized by Google

15. Sept. Abends 10 Uhr 55 Min. Erdbeben in Arad und Umgebung von Temesvar.

22. Sept. Nachts zwischen 3 und 4 Uhr starker Erdstoss in Witten von Nord nach Süd.

22. Sept. Leichte Erschütterung auf dem Vesuv.

23. Sept. Morgens nach 6 Uhr heftige Erderschütterung mit explosionsartigem Getöse in Wagstadt; in der unteren Stadt stärker, als in der oberen.

24. Sept. Starkes Erdbeben in Island, das man mit dem problematischen Ausbruch im Gebiete von Krisovik in Zusammenhang brachte. In Reykjavik spürte man zwei Stösse, die aber südwestlich davon noch viel stärker waren.

October.

1. Oct. Morgens 2 Uhr 2 Min. heftiges Erdbeben in Klagenfurt mit starkem Geräusch von Nordost gegen Südwest, stossartig mit wellenförmiger Fortpflanzung in der Dauer von 2 bis 3 Sec. Zu Grafenstein in Kärnten soll dasselbe um 2 Uhr 5 Min. eingetreten sein, ward von dumpfem Rauschen angekündigt und bestand in einem heftigen Stoss von West nach Ost.

10. Oct. Nachmittags 4 Uhr 28 Min. heftiges, von eigenthümlichen Detonationen begleitetes, wellenförmiges Erdbeben an der untern Donau in Drenkowa und Moldawa, ferner in Bazias, so dass in den beiden ersten Orten Kamine und Plafonds einstürzten. In Orsowa und Moldawa war die Richtung von Ost nach West, in Weisskirchen, wo es 8 bis 10 Sec. anhielt, war es anfangs stossartig, ging aber in eine wellenförmige Erschütterung über. In Belgrad wurde es um dieselbe Zeit 8 Sec. lang gespürt und hatte eine nord-südliche Richtung. In Temesvar wird die Eintrittszeit auf 4 Uhr 42 Min. angegeben. Die Ausdehnung der Bodenbewegung erstreckte sich über einen grossen Theil des südlichen Ungarn, einen Theil von Siebenbürgen (in Hermannstadt um 4 Uhr 50 Min. von Südost nach Nordwest), der Moldau und Wallachei und bis Bessarabien hin. Abends 7 Uhr 30 Min. fand ein zweites Erdbeben statt, welches nur 2 bis 3 Sec. anhielt, jedoch noch heftiger wie das erste war, so dass Fenster zerbrachen und klirrend zu Boden fielen. Den starken Stössen folgten fortwährend leichte Stösse, so

Digitized by Google

dass die Bevölkerung von Moldawa etc. ihre Häuser verliess und die Nacht im Freien zubrachte. Um 9 Uhr und 11 Uhr abends nochmals sehr starke Stösse.

11. Oct. Morgens 3 Uhr 39 Min. ein das Erdbeben des vorhergehenden Tages noch übertreffender Erdstoss, der in Orsowa mit einem eigenthümlichen knatternden Geräusch verbunden war, worauf eine wellenförmige von Ost nach West ziehende Erschütterung von 30 Sec. folgte. In gleicher Heftigkeit machte sich diese Erscheinung in Drenkowa, Moldawa, Karlsdorf und Weisskirchen bemerklich, wo an diesem Tage über zwanzig deutliche Stösse wahrgenommen werden konnten.

14. Oct. In Alt- und Neu-Moldawa dauerten seit 11. October die Erderschütterungen fast ununterbrochen fort, wodurch zahlreiche Gebäude unbrauchbar wurden, z. B. die der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, das Stuhlrichteramt u. s. w. Auch die Ruinen des alten Schlosses Golubacz bei Weisskirchen stürzten gänzlich zusammen. Am 12. und 13. October zählte man 36 Stösse und in der Nacht vom 14. zum 15. October vier Stösse. Ebenso dauerten die Stösse am 16. October fort und nahmen sogar an Intensität zu.

18. Oct. Morgens $5^1/_2$ Uhr Erdbeben auf West-Cumberland, ein auf diesen Inseln seltenes Ereigniss, mit blitzartiger Erscheinung. Der Stoss dauerte mehrere Secunden. In Maryport wurde mehrfach Schaden angerichtet. Auf den Schiffen wurde die Erschütterung ebenfalls sehr stark gespürt.

20. Oct. Morgens 11 Uhr 57 Min. heftiger Erdstoss in Moldawa. Bei Alt-Moldawa liegt in der Donau eine grosse, bis Babagay sich erstreckende Insel, wo der eigentliche Sitz der ganzen Erscheinung zu suchen ist. Der Boden dieser Insel wurde durch die Erderschütterung stark zerklüftet und aus den Rissen schoss eine hohe Wassersäule hervor, wodurch die Insel theilweise überschwemmt wurde. Am 18. October versiegte diese Riesenfontaine plötzlich, indem zahlreiche kraterartige Trichter im Boden entstanden waren, aus welchen Sand und Erde ausgeworfen wurde.

26. Oct. Bis zu diesem Tage setzten sich die Erderschütterungen bei Moldawa in zahlreichen Stössen fort.

31. Oct. Abends $7^1/_2$ Uhr starkes Erdbeben im Torontaler Comitat in Ungarn, so dass in Gross-Szent-Miklos mehrere Häuser

Digitized by Google

einstürzten. Dasselbe wurde auch in Banat-Komlós, Gyertyámos und Perjamos gespürt und wiederholte sich um 11 Uhr an mehreren Orten.

November.

1. Nov. Morgens um 12 Uhr 15 Min. wiederholte sich der Erdstoss in Perjamos und Mokrin.

9. Nov. Abends 6 Uhr 24 Min. Erdbeben aus zwei Erschütterungen von Nordost in Ala (Tirol).

11. Nov. Mittags 3 Uhr 40 Min. Erdbeben in Gottschee in Krain eine Secunde lang von Südost nach Nordwest.

Nachrichten vom 14. November melden Erdbeben in Valparaiso und Santiago.

15. Nov. Schwache Erschütterung in Vitznau morgens 2 Uhr die von dem Bergsturze am Rigi herrührte.

17. Nov. Mittags 5 Uhr 15. Min. etwa zehn wellenförmige Erderschütterungen in Harburg, die 4 Sec. dauerten.

19. Nov. Morgens 4 Uhr 16 Min. schwaches Erdbeben in Fiume.

19. Nov. Morgens 5 Uhr 45 Min. leichtes Erdbeben in Innsbruck.

20. Nov. Morgens 1 Uhr 8 Min. zwei unmittelbar auf einander folgende schwache Erderschütterungen mit unterirdischem Getöse in Fiume.

20. Nov. Erdbeben in Johann-Georgenstadt.

21. Nov. Nachts 12 Uhr 5 Min. Erderschütterung in Temesvar, heftiger, wie je eine dort gewesen. Mit donnerähnlichem Rollen gerieth der Boden in heftige Schwingungen, Keller und Kamine stürzten in der Stadt und in der Umgebung ein. Um 2 Uhr wiederholte sich der Stoss schwächer.

28. Nov. Erdbeben in Lugano.

29. Nov. In Häring (Tirol) zwei Erdstösse, der erste um 8 Uhr 50 Min. abends, der zweite um 10 Uhr 40 Min.

December.

4. Dec. Morgens 6 Uhr 45 Min. Erdbeben von Nord nach Süd in Sessenberg. Zehn Minuten später ein zweiter Stoss.

Digitized by Google

4. Dec. Abends 5 Uhr 40 Min. Erdbeben in Genf, Lausanne, Morges u. s. w. In Lausanne soll eines noch um 8 Uhr beobachtet worden sein.

4. Dec. Gegen 11 Uhr abends Erdstoss in Mühlhausen (Elsass).

5. Dec. Nachts 12 Uhr 50 Min. Erdstoss von Südwest nach Nordost fünf Sec. lang im südwestlichen Schwarzwald, in Bernau an der Unditz u. s. w.

5. Dec. Morgens 4 Uhr Erdbeben in Basel.

5. Dec. Nachmittags $2^1/_2$ Uhr Erdbeben im südwestlichen Deutschland, der Schweiz und Ost-Frankreich; ungefähr in demselben Gebiet, welches schon wiederholt in den letzten Jahren der Schauplatz von Erdbeben war. Besonders stark war es in Basel, Aarau, Rheinfelden, Säckingen, Schopfheim, Zell, Lörrach, St. Blasien, Mühlhausen. In Rheinfelden war es mit einem Getöse, ähnlich einem verhallenden Kanonenschuss, verbunden und ging von Südost nach Nordwest. Um 3 Uhr wiederholte sich der Erdstoss in den genannten Orten etwas schwächer.

6. Dec. Nachts 10 Uhr 50 Min. vibrirendes, vier Secunden dauerndes Erdbeben von Nord nach Süd in Mokriz bei Jerrenz an der Save. Im ersten Stock des Schlosses Mokriz bestand es nur in leichtem Klirren und Rütteln der Thüren, im zweiten Stock und im Schlossthurm war es dagegen viel stärker.

8. Dec. Um 10 Uhr 59 Min. ziemlich starkes Erdbeben in Agram in mehreren Stössen. 3 Secunden lang von West nach Ost.

16. Dec. Morgens gegen 3 Uhr Erdstoss in Böblingen (Würtemberg).

20. Dec. Eine Reihe heftiger Erdbeben begann an diesem Tage die Hauptstadt von San Salvador zu erschüttern. Sie gingen, wie sich später herausstellte, von dem im Entstehen begriffenen Vulkan Ilopango aus. In der Nacht zum 21. erfolgten unter furchtbarem Getöse mehr als 150 Stösse.

22. Dec. Um 8 Uhr 30 Min. abends in Idria dumpfes, donnerartiges Rollen von Nordost zwei Secunden lang, worauf eine Erderschütterung und ein von unten kommender Stoss mit kanonenschussartigem Knall folgte.

22. Dec. Abends 10 Uhr 6 Min. Erderschütterung mit dumpfem Getöse in St. Blasien (Schwarzwald), etwa 4 Sec. lang.

Digitized by Google

27. Dec. Die Erdbeben in San Salvador erreichten an diesem Tage ihre grösste Stärke.

30. Dec. Mittags 12 Uhr 28 Min. abermals starke und weit ausgebreitete Erderschütterung, die besonders in den Cantonen Genf, Waadt, Unter-Wallis, Bern, Neufchatel gespürt und besonders in Genf, Rolle, Nyon, Lausanne, Glion, Bex, Monthey, Sion, Bern, Interlaken, Neufchatel, Locle und Biel beobachtet wurde. — Abends 8 Uhr 12 Min. erfolgte in Morges, Aigle, Bex u. s. w. noch ein schwächerer Stoss und um Mitternacht in Genf, Morges, Vevey, Sion u. s. w.

31. Dec. Eine furchtbare unterirdische Detonation, wie Kanonendonner, mit drei Stössen verbunden, erschütterte den ganzen Staat von San Salvador und vollendete die in der Umgebung des See's angerichteten Verwüstungen. Uebrigens hat die Stadt San Salvador nur wenig gelitten, indem nur einzelne Gebäude einstürzten, dagegen wurden die am See gelegenen Orte Ilopango, Santa Somas, Sayapango und San Marcos ganz zerstört.

Das Jahr 1879 gehört entschieden zu den an vulkanischen Ereignissen armen Jahren. Nur von vier Vulkanen konnten Eruptionsberichte geliefert werden und selbst der durch einen Lavastrom von ungewöhnlicher Länge ausgezeichnete Ausbruch des Aetna war auf nur zwölf Tage beschränkt. Dagegen ist sehr bemerkenswerth die Entstehung eines neuen Vulkans in San Salvador, dem wir den seiner Lage entsprechenden Namen Ilopango geben können.

Erdbeben waren nur 99 im Laufe dieses Jahres zu verzeichnen und darunter keines von so grosser Ausdehnung und Heftigkeit, wie fast jeder der früheren Jahrgänge dieses Berichtes eines oder mehrere enthält. Zusammenhängende Erdbeben-Perioden, mit so zahlreichen Erdstössen, dass sie nicht einzeln aufgezählt werden können, ereigneten sich in folgenden Gegenden: Im nördlichen Persien zwischen Taebris, Zendjan und Mianeh vom 13. März bis 2. April, wahrscheinlich vom Busgushgebirge ausgehend und bis in das Gouvernement Baku sich fortpflanzend; im Thale des Senio in Italien vom 25. April bis 2. Mai in täglichen Stössen und unzähligen leisen Erschütterungen; in den Provinzen Kunsu, Schen-si und Sze-tschum vom 29. Juni bis 15. August; im unteren Donau-

Digitized by Google

thale bei Moldawa vom 10. bis 26. October in so häufigen Erschütterungen, dass man allein am 12. und 13. October 36 starke Stösse zählen konnte und in San Salvador vom 20. December, ohne bis zum Schluss des Jahres ihr Ende zu erreichen.

Die grössten, mit bedeutendem Schaden verbundenen Erdbeben waren die im nördlichen Persien, wo 21 Dörfer vollständig und 45 theilweise zerstört wurden und 922 Menschen umkamen und die in den oben genannten chinesischen Provinzen, bei denen ebenfalls viele Hundert Menschen ihr Leben verloren.

Die 99 Erdbeben vertheilen sich in folgender Weise auf die Jahreszeiten:

Winter: 34.
(Januar 10, Februar 14, December 10.)

Frühling: 25.
(März 5, April 8, Mai 12.)

Sommer: 19.
(Juni 7, Juli 9, August 3.)

Herbst: 21.
(September 5, October 5, November 11.)

An folgenden Orten fanden im Verlauf des Jahres mehrere Erderschütterungen statt:

Buir 3., 10. Januar, 9. April.
Arequipa 9., 12. Januar.
Aachen 10. Januar, 26. Mai.
Klagenfurt 11. Januar, 12. Februar, 1. October.
Laibach 11. Januar, 12. Februar, 14. Februar.
Eisenkappel 11. Januar, 12. Februar.
SW. Schwarzwald 26. Januar, 5., 12. December.
Bischoflack 12., 14., 16. Februar.
Gottschee 12. Februar, 11. November.
Fiume 12. Februar, 19. und 20. November.
Rom 23. und 25. Februar.
Taebris vom 13. März bis 2. April.
Seniothal 25. April bis 2. Mai.
Vesuv häufig bei erneuter Thätigkeit.

Digitized by Google

Aetna. Von Anfang des Jahres an schwach, dann stärker 25., 26. Mai, 8., 17., 30. Juni.

Agram 21., 22. Juni, 8. December.

Kunsu 29. Juni bis 15. August.

Athen 2., 3., 6. Juli.

Temesvar 15. September, 10. October, 21. November.

Moldawa vom 10. bis 26. October.

Mokriz 1. November, 6. December.

Lausanne 4., 30. December.

An folgenden Tagen traten mehrere Erdbeben an verschiedenen Orten ein:

11. Januar: Kärnten, Balkan.
14. Februar: Brusio, Laibach, Arco.
16. Februar: Bischoflak, Mailand.
27. März: Montmarault, Taebris.
26. Mai: Aetna, Aachen.
22. Juni: Agram, Raibl.
29. Juni: Aetna, Kunsu.
2. Juli: Athen, Kunsu, Bug.
11. Juli: Alexandrien, Kunsu.
22. September: Witten, Vesuv.
18. October W.-Cumberland, Moldawa.
19. November: Fiume, Innsbruck.
20. November: Fiume, Johann-Georgenstadt.
4. December: Sessenberg, Französische Schweiz.
22. December: Idria, St. Blasien.

Von 71 Erdbeben, deren Eintrittszeit angegeben ist, ereigneten sich 48 in der Nacht (von 7 Uhr abends bis 7 Uhr morgens) und 23 am Tage.

Mehrere Gebiete, welche sich in den letzten Jahren durch wiederholte Erderschütterungen zu förmlichen Erdbebenbezirken ausgebildet hatten, wurden auch im verflossenen Jahre noch beunruhigt. Dahin gehört vor allem der niederrheinische Bezirk, wo seit 28. September 1873 bald einzelne Stösse, bald ganze Reihen von Erschütterungen gespürt wurden. Im Jahre 1879 traten innerhalb dieses Bezirkes folgende Erdbeben ein: 3. Januar in Buir, 10. Januar in Buir und Aachen, 9. April in Buir, 26. Mai in Aachen. Die westliche Schweiz, das östliche Frankreich und der südwestliche

Digitized by Google

Theil des Schwarzwaldes bilden seit einiger Zeit ebenfalls einen solchen Bezirk. Im Jahre 1879 ereigneten sich besonders am 26. Januar und in den Tagen vom 4. bis 30. December in ihm mehr oder weniger ausgebreitete Erderschütterungen. Ebenso ist Kärnten, unter den deutschen Ländern eines der erdbebenreichsten, auch in diesem Jahre von zahlreichen (neun) Erdbeben, und darunter einigen sehr erheblichen und weit ausgebreiteten betroffen worden.

Die bei einigen älteren Erdbeben beobachteten unterirdischen Wasserergüsse kamen 1879 zweimal vor. Auf der in der Donau gelegenen Insel Babacay entstand während der mit dem 10. October bei Moldawa beginnenden Erdbeben eine Spalte, aus welcher bis zum 18. October eine riesige Fontaine aufsprang. An dem genannten Datum verschwand dieselbe plötzlich, während sich zahlreiche Sand auswerfende Erdtrichter bildeten. In ähnlicher Weise ergoss bei dem grossen Erdbeben in Hsien, Hsi-ho und Chie die Erde am 1. Juli hoch aufspringende Wasserstrahlen.

Zu den Erderschütterungen, die wir nicht zu den Erdbeben zu rechnen gewohnt sind, weil die ihnen zu Grunde liegende Ursache deutlich erkennbar ist oder gar durch menschliche Eingriffe veranlasst wurde, gehören folgende Ereignisse:

In der Nähe der Saline von Lüneburg senkte sich der Boden an mehreren Stellen so sehr, dass man die Wirkung an zahlreichen Häusern und zwei Kirchen, von denen die eine sogar abgerissen werden musste, spürte. Der Boden ist daselbst mit zahlreichen gegen die Saline abfliessenden Sooladern durchzogen und wird dadurch offenbar unterwaschen. Gegen Ende 1879 stürzte ein Keller ein, an dessen Stelle eine tiefe, mit Soole gefüllte Offnung entstand.

Am 1. December, kurz nach 10 Uhr abends, spürte man in einer Anzahl, den Kohlengruben von Zwickau nahegelegenen Häusern eine Erderschütterung, welche von schlagenden Wettern im Schacht des Steinkohlenbauvereins hervorgerufen worden war.

In der Nähe von Wieliczka spürte man 1879 wiederholt schwache Erderschütterungen. Die Untersuchung ergab, dass in Folge der auch in diesem Jahre mehrfach vorgekommenen Wassereinbrüche in das Salzbergwerk (die nicht, wie früher angenommen, aus dem Hangenden, sondern aus dem Liegenden des Salzthones stammten) und der dadurch herausgeschwemmten Sand- und Schlamm-

Digitized by Google

massen, Hohlräume entstanden waren, die beim Nachstürzen der darüber liegenden Massen die Veranlassung zu den Erschütterungen gaben.

Wieder anderer Art war die Ursache einer am 15. November 2 Uhr morgens in Vitznau am Fusse des Rigi gespürten Erschütterung. Ein von dem Vitznauerstock oberhalb des Ortes mit Tosen und Krachen sich ablösender Bergsturz machte den Boden erzittern. Der Schuttkegel an der Mündung des Altdorfbaches, östlich vom Dorfe, versank in den See.

Schlammeruption.

Die schon im letzten Jahrgange dieses Berichtes besprochene Schlammeruption von Paterno dauerte auch in den ersten Monaten von 1879 fort. Am 22. Mai trat eine neue Phase ein, indem dieselbe durch einen neuen, an der tiefsten Stelle entstandenen Krater an Stärke zunahm. Dieser warf nämlich unter lebhaftem Getöse eine grosse Menge dicken rauchenden Schlamm aus, bald als Fontaine, bald als 7 bis 8 Meter hohe Säule, bald in grossen zerplatzenden Blasen. Aus dem Schlamm bildete sich ein etwa sechs Kilometer weit fliessender Strom.

Es soll bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen werden, auch an dieser Stelle auf die wichtige Untersuchung der Schlammvulkane durch Herrn Gümbel aufmerksam zu machen. (Ueber das Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paterno und der Schlammvulkane im Allgemeinen von C. W. Gümbel.)

Das reichlich ihm zu Gebote stehende und gründlich untersuchte Material erlaubte den allgemeinen Schluss, dass der eigentliche Herd der mit den meisten Schlammvulkanen verknüpften Erscheinungen nicht mit dem der vulkanischen Thätigkeit der Tiefe direct identisch gehalten werden darf, dass diese Erscheinungen vielmehr auf dem Vorhandensein gewisser Schichtgesteine und auf deren Gehalt an bituminöse Stoffe liefernden Beimengungen beruhen. Nur in vereinzelten Fällen mögen es mit vulkanischen Vorgängen in Verbindung stehende Gase sein, welche den gewöhlichen Schlammvulkanen ähnliche Erscheinungen bewirken oder sich den Kohlenwasserstoffgasen der eigentlichen Schlammvulkane beigesellen, wie

Digitized by Google

ja auch umgekehrt Kohlenwasserstoffgase bei vulkanischen Exhalationen öfters sich zeigen. Dazu muss ferner der Umstand hinzutreten, weil die Entwicklung der Gase und der bituminösen Stoffe continuirlich oder doch während langandauernder Zeitperioden stattfindet, dass diese Schichtgesteine in tiefere Lagen der Erdrinde versetzt werden, wo einerseits die zur Entwicklung der Gase und bituminösen Stoffe aus den organischen Beimengungen nothwendigen Bedingungen — besonders Wärme etc. — gegeben sind und andererseits die Erdrinde tief genug von Spalten durchzogen ist, um den auf diese Weise gebildeten und unter gewisser Spannung stehenden flüchtigen Stoffen das Empordringen zu gestatten.

Im weiteren Verlaufe weist Herr Gümbel darauf hin, dass solche günstige Verhältnisse dort vorhanden sind, wo vulkanische oder andere Ereignisse starke Dislocirungen herbeigeführt haben, so dass zuweilen insoferne ein sehr entfernter Zusammenhang zwischen Vulkanen und Schlammvulkanen bestehen kann, obgleich die ganze Erscheinung der letzteren vom Vulkanismus von Grund aus verschieden ist.

Es bestätigt sich also die von dem Verfasser dieser Berichte schon vor Jahren, nach den ihm bekannten italienischen Schlammvulkanen und nach den damals vorhandenen Nachrichten über ferner gelegene, aufgestellte Erklärung. Wer sich die Mühe geben wollte das Capitel: „Die Entstehung der Schlammvulkane“ Seite 222—226 in seinem Werke „Vulkane und Erdbeben“ (Band XVII der internationalen wissenschaftlichen Bibliothek) nachzulesen, würde schon dort eine mit den jetzt von Herrn Gümbel mitgetheilten Resultaten genau übereinstimmende Erklärung finden.

Diese grosse Uebereinstimmung unserer Erklärungen ist gewiss eine sehr erfreuliche und es würde dem Verfasser dieser Berichte zur Genugthuung, ja sogar zu einer wohlthuenden Aufmunterung gereicht haben, in der Schrift von Herrn Gümbel eine Erwähnung seiner früheren Arbeiten und deren Uebereinstimmung mit der neuen Untersuchung gefunden zu haben. Das Verdienst von Herrn Gümbel wäre dadurch nicht im mindesten geschmälert worden, da eine so ausgedehnte Untersuchung nicht existirte und nur einem Manne von so weitreichenden Verbindungen möglich war.

Nur einer kleinen Meinungsdifferenz sei noch gedacht. Herr Gümbel sagt S. 55: „Nur in vereinzelten Fällen mögen es mit

Digitized by Google

vulkanischen Vorgängen in Verbindung stehende Gase sein, welche den gewöhnlichen Schlammvulkanen ähnliche Erscheinungen bewirken." Vereinzelt sind nun derartige Fälle durchaus nicht, ich könnte sogleich hundert und mehr aufzählen, wo Fumarolengase und Dämpfe, nämlich schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Wasserdampf in vulkanischen Gebieten ihre alleinige Ursache sind. Darum habe ich auch mit gutem Grund die Schlammsprudel (oder Schlammvulkane) in vulkanische und nicht vulkanische eingetheilt, und auf die letztere Gruppe allein beziehen sich Gümbel's Untersuchungen. Man könnte sich wohl einigen, die Schlammsprudel der ersten Gruppe von den andern zu trennen, allein bis jetzt erscheinen sie in allen Reisewerken unter demselben Namen, da ihre äussere Erscheinung mit den andern vollkommen übereinstimmt. Später war ich genöthigt, noch eine dritte Gruppe, die „abyssinische", aufzustellen, die bis jetzt vereinzelt dasteht und einzig in ihrer Art ist. Wodurch sie sich von den andern unterscheidet, möge man in der Zeitschrift: „Der Naturforscher", 1876, S. 212 nachlesen.

Nachträge.

Jahrgang 1877.

16. Nov. Abends 9 Uhr 20 Min. starker Erdstoss zu Imoschi.

8. Dec. Morgens 4 Uhr Erdbeben mit dumpfem Rollen zu Schloss Wittingau.

Jahrgang 1878.

26. Jan. Morgens 6 Uhr zwei Erdstösse von Ost nach West in Leoben.

14. April. Abends 8 Uhr 30 Min. schwacher Erdstoss von Ost nach West in Marienberg (Tirol), dem 9 Uhr 10 Min. ein starker folgte. Am Abend dieses Tages fand ein erhebliches Erdbeben im Engadin statt (im Bericht von 1878 mitgetheilt), so dass sich der Erschütterungskreis desselben wahrscheinlich bis zu dem, der östlichen Schweizer Grenze so nahe gelegenen Marienberg erstreckte.

Digitized by Google

Im Bericht von 187- sind vom 12. April bis Mitte Mai dauernde Erdbeben am Bosporus angegeben. Ergänzend ist ein starker Stoss in Konstantinopel am 10. Mai und ein noch stärkerer in Ismid hervorzuheben.

Anfangs Juni Erdbeben auf Tanna, einer der Hebriden.

7. August. Morgens 3 Uhr 45 Min. Erdbeben in Sulden (Tirol).

III. Hypersthen von Bodenmais.

Von **Friedrich Becke.**

(Mit Tafel I.)

Unter dem Namen Ficinit beschrieb Bernhardi[1]) im Jahre 1827 ein bei Bodenmais mit Magnetkies vorkommendes Eisen- und Manganphosphat vom spec. Gewicht 2·4, Härte 4 und rhombenprismatischer Structur, das nach einer Analyse von Ficinus 58·85% Eisenoxydul, 6·82 Manganoxydul, 0·17 Kalk, 0·17 Kieselsäure, 12·82 Phosphorsäure und 16·87 Wasser enthalten sollte. Dieses Mineral wurde in die meisten Lehrbücher ohne weitere Untersuchung mit den von Bernhardi angegebenen Merkmalen aufgenommen, so von Glocker[2]), Breithaupt[3]).

Später versuchte A. Kenngott[4]) 1854 an Stücken des Wiener Hof-Mineralien-Cabinetes, die als Ficinit bezeichnet waren, Krystallform und sonstige Eigenschaften dieses Minerales genauer zu bestimmen. Seine Angaben fanden Aufnahme in das Handbuch von Dana[5]).

---

[1]) Wörterbuch der Naturgeschichte, Bd. IV. Weimar 1827, S. 574.

[2]) E. F. Glocker, Handbuch der Mineralogie. 1831. S. 556.

[3]) A. Breithaupt, Handbuch der Mineralogie. 1841. II., S. 300.

[4]) A. Kenngott, Mineralogische Notizen, 11. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissensch. Bd. XII. 1854, S. 22 des Separatabdruckes. — Uebersicht der Forschungen, 1854, S. 441, 1859, S. 32.

[5]) J. D. Dana, Manual of Mineralogy, 1875, S. 590.

Digitized by Google

Die Beobachtungen von Kenngott sind in zweifacher Weise zu berichtigen. Erstens ist das von Kenngott untersuchte Mineral keinesfalls dasselbe, das Ficinus analysirt und Bernhardi Ficinit genannt hatte. Dies beweisen das auch von Kenngott bestimmte höhere specifische Gewicht von 3·40—3·53 und die grössere Härte, die von Kenngott = 5·0—5·5 angegeben wird, in Wirklichkeit aber noch höher ist.

Zweitens ist die Deutung der beobachteten Krystallform nicht ganz zutreffend. Während Kenngott das monokline Krystallsystem annimmt, erfordern Messungen, Spaltbarkeit und optisches Verhalten unzweifelhaft rhombische Symmetrie, wie die nun folgenden Untersuchungen zeigen, welche zu dem Ergebniss führten, dass das von Kenngott als Ficinit untersuchte Mineral ein bisher noch nicht bekanntes Vorkommen von krystallisirtem Hypersthen sei, welches zu den bisher bekannten vulkanischen Hypersthenkrystallen von Laach und Capucin sich etwa so verhält, wie die grossen von Brögger und Rath beschriebenen Enstatitkrystalle zu dem Enstatit aus dem Meteorit von Breitenbach, welcher von V. v. Lang gemessen wurde.

Zur Untersuchung lag mir ein Stück des k. Mineralogischen Hof-Museums vor, welches mit dem noch vorhandenen, von Kenngott untersuchten Stücke verglichen und vollkommen gleich gefunden wurde. Die Stücke bestehen aus jenem bekannten Gemenge von Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende, Biotit, Quarz, Orthoklas, Pyrop, Spinell, welches die meisten Minerale von Bodenmais beherbergt. Mit den angegebenen Mineralen kommt, meist in Magnetkies eingewachsen, das fragliche Mineral theils in derben spaltbaren Massen, theils in ringsum ausgebildeten Krystallen vor, die bis 4 Cm. grösste Ausdehnung erreichen

Das Mineral hat schwarzbraune Farbe, lichtbräunlichen Strich, zeigt auf den wie geflossen aussehenden Krystallflächen in Pechglanz geneigten Glasglanz, auf Spaltflächen starken Glasglanz. Die Härte der Krystalle wurde mit 6 bestimmt.

Die Krystalle, die ich theils durch Herausklopfen, theils durch Auflösung des Magnetkieses in verdünnter Salzsäure erhielt, zeigen meist die in Fig. 1 dargestellte Form; dass dieselben thatsächlich dem rhombischen Krystallsystem angehören, beweist das symmetrische Auftreten der Pyramidenflächen, sowie die Gleichheit der

Digitized by Google

Winkel zwischen symmetrisch gelegenen Flächen. Die beobachteten Abweichungen treten nicht constant auf und sind nicht grösser, als die ungünstige Beschaffenheit des Materiales erwarten lässt; so wurde, um ein Beispiel anzuführen, der Winkel zwischen dem Doma *h* und der Pyramide *e* an einem Krystall an vier Kanten gemessen und folgende Werthe erhalten:

$$h \,.\, e = \begin{array}{l} 29^0\ 50' \\ 30^0\ 7' \\ 30^0\ 13' \\ 30^0\ 27' \end{array}$$

an einem anderen Krystall

$$h \,.\, e = \begin{array}{l} 30^0\ 0' \\ 30^0\ 2' \end{array}$$

Kenngott gibt ausser der Spaltbarkeit nach der Fläche *T* (in unserer Zeichnung *b*) noch Spaltbarkeit nach einer Fläche *M* (bei uns *m*) an. (Vergl. die nach Kenngott copirte Fig. 5.) Es existirt aber unzweifelhaft eine gleich vollkommene Spaltbarkeit nach der zu *M* (*m*) symmetrisch liegenden Fläche. Diese beiden Flächen schliessen einen beiläufig rechten Winkel ein und entsprechen dem Spaltprisma des Augits. Die Spaltbarkeit nach dem Prisma ist vollkommen, die nach der Fläche *b* minder vollkommen. Auch die Spaltbarkeit widerspricht somit dem rhombischen System nicht. Die Annahme desselben wird weiter bestätigt durch die später zu besprechenden optischen Eigenschaften.

Die Form der Krystalle lässt sich auf das von V. v. Lang[1]) für den Bronzit von Breitenbach und von G. vom Rath[2]) für den Amblystegit berechnete rhombische Axenkreuz zurückführen. Alle beobachteten Flächen sind schon am Amblystegit von Laach und am Hypersthen von Capucin beobachtet, mit Ausnahme des Domas *l* (102), dieses findet sich am Bronzit von Breitenbach angeführt. Die Ausbildung ist aber von allen bekannten Enstatit-, Bronzit- und Hypersthenkrystallen dadurch verschieden, dass das Spaltprisma sehr niedrig ist und dass die Endfläche *c*, die Domen *h* und *k* und die Pyramide *e* bedeutend vorherrschen, wodurch ein dicktafelförmiger Habitus zu Stande kommt.

---

[1]) Sitzber. d. Wiener Akademie, Bd. LIX., 1869, p. 315.

[2]) Pogg. Ann. Bd. 138, 1869, p. 530.

Digitized by Google

Im folgenden Verzeichniss der beobachteten Formen bin ich in der Bezeichnung der Flächen der Aufstellung V. v. Langs gefolgt, da nur bei dieser Aufstellung die Uebereinstimmung mit der Prismenzone des monoklinen Augit zur Geltung kommt.

In der eckigen Klammer steht die Bezeichnung der Formen nach der Aufstellung, die G. vom Rath für den Amblystegit wählte. Die Buchstabensignatur ist der letzten Rath'schen Arbeit über den Enstatit von Bamle[1]) entnommen.

Die beobachteten Formen sind:

I. Endflächenpaare: *b* (100) [010], *a* (010) [100], *c* (001) [001].

II. Prismen: *m* (110) [110], *n* (210) [120].

III. Domen: *l* (102), *k* (104) [012], *h* (108) [014].

IV. Pyramiden: *e* (124) [212], *o* (112) [111], *u* (324) [232].

Die Flächen *b*, *a*, *c*, *h*, *k*, *m*, *e*, *o* hat schon Kenngott beobachtet, wie sich aus dem Vergleich seiner in Fig. 5 copirten Zeichnung ergibt.

Figur 1—3 zeigen mehrere der beobachteten Combinationen. Die Bilder sind in einer ungewöhnlichen Stellung gezeichnet, so dass die *a*-Axe von oben nach unten, die *c*-Axe von vorn nach hinten, die *b*-Axe von links nach rechts verläuft; die Ursache ist die, dass in jeder anderen Stellung die stumpfen Domen und Pyramiden sich allzusehr verkürzen und die Figur unklar werden lassen. Fig. 4 zeigt die sphärische Projection der beobachteten Flächen.

Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Messungen zeigen eine hinlängliche Uebereinstimmung mit den aus dem Lang'schen Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{\cdot}87568 : 0{\cdot}84960 : 1$$

berechneten Winkeln, wenn man die ungünstige Beschaffenheit der meist unebenen und wenig glänzenden Flächen berücksichtigt. Die Messungen sind nicht genau genug, um aus ihnen ein Axenverhältniss für den Hypersthen von Bodenmais ableiten zu können.

---

[1]) Brögger und Rath in Zeitschr. f. Krystallographie, I., p. 18.

Digitized by Google

	Zahl der gemessenen Kanten	Maximum	Minimum	Mittel	Berechnet nach V. v. Lang
b . *m*, 100 . 110	3	45° 58′	45° 48′	45° 53′	45° 52′
m . *m*, 110 . $1\bar{1}0$	4	92 27	91 20	92 7	91 44
110 . $\bar{1}10$	1			87 50	88 16
b . *n*, 100 . 210	1			26 57	27 16
n . *m*, 210 . 110	1			18 32	18 36
b . *h*, 100 . 108	2	81 50	81 47	81 49	81 53
b . *k*, 100 . 104	2	74 5	73 55	74 0	74 4
c . *h*, 001 . 108	4	8 25	7 31	7 59	8 7
k . *k*, 104 . $10\bar{4}$	1			148 10	148 8
h . *k*, 108 . 104	1			7 20	7 49
e . *b*, 124 . 100	5	76 53	75 30	76 8	76 11
e . *a*, 124 . 010	4	60 48	59 54	60 17	60 29
e . *c*, 124 . 001	2	33 35	32 48	32 41	33 12
e . *e*, 124 . $12\bar{4}$	2	113 39	113 14	113 27	113 36
124 . $1\bar{2}4$	3	58 41	58 2	58 35	59 2
124 . $\bar{1}24$	1			26 21	27 38
124 . $1\bar{2}\bar{4}$	1			152 32	152 22
e . *h*. 124 . 108	6	30 27	29 50	30 6	30 27
e . *o*, 124 . 112	1			12 26	12 23
o . *m*, 112 . 110	2	50 49	50 6	50 28	50 39
o . *o*, 112 . $1\bar{1}\bar{2}$	1			101 54	101 18
o . *h*, 112 . 108	1			33 45	34 7
u . *b*, 324 . 100	1			54 8	54 49

Die optischen Eigenschaften des Hypersthens von Bodenmais stimmen mit den vorhandenen Angaben über Hypersthen überein.

Digitized by Google

Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Fläche 100 wie bei den meisten Enstatiten, Bronziten und allen bis jetzt untersuchten Hypersthenen. Sie ist also parallel der kurzen Diagonale des Prisma's von 88°, während sie beim Protobastit und beim monoklinen Augit in der langen Diagonale desselben Prisma's liegt.

Die spitze Biscetrix steht normal auf der Fläche 010. Platten parallel dieser Fläche zeigen im Schneider'schen Apparat oder bei der Beobachtung in Oel beide Axenbilder. Die Dispersion ist ziemlich stark, wie aus den breiten farbigen Säumen der dunklen Hyperbeln und aus der Messung zu ersehen ist.

Im Schneider'schen Apparat wurde der scheinbare Axenwinkel für Glas vom Brechungscoëfficient 1·51 gemessen

für rothes Glas . . 83° 46′
für grünes Glas . . 81° 27′

Versucht man aus diesen Beobachtungen den scheinbaren Axenwinkel für Luft zu rechnen, so erhält man für rothes Licht einen imaginären Werth, für grünes Licht den Winkel 160° 14′. In Luft erfolgt daher Axenaustritt blos für die grünen und blauen Stralen.

Für den Axenwinkel in Oel ergab sich:

für rothes Glas . . 86° 36′
für Natriumgelb . . 85° 48′
für grünes Glas . . 84° 30′

Die Dispersion ist also ziemlich stark und zwar $\rho > \upsilon$, die spitze Mittellinie ist negativ; die Orientirung übereinstimmend mit den Angaben von V. v. Lang über den Bronzit von Breitenbach und von Des-Cloizeaux über Enstatit und Hypersthen. Auch die Angabe des letzteren, dass bei allen Hypersthenen die Dispersion $\rho > \upsilon$ sei, wird durch die angeführte Beobachtung bestätigt.

Der Pleochroismus ist sehr auffallend. Die Flächenfarbe ist bei

Platten parallel 010 gelbbraun
100 grünlichbraun
001 dunkelnelkenbraun.

Die Axenfarben sind:

$\underset{\cdot}{a}$ dunkelrothbraun
$\underset{\cdot}{b}$ gelbbraun
$\underset{\cdot}{c}$ dunkelgrün

Absorption $\underset{\cdot}{a} > \underset{\cdot}{c} > \underset{\cdot}{b}$; a und c sind wenig verschieden.

Digitized by Google

Da Platten parallel der Fläche (010) parallel und senkrecht zur Combinationskante mit (001) auslöschen, da ferner das Axenbild weder geneigte noch horizontale Dispersion erkennen lässt, so beweisen auch die optischen Eigenschaften die rhombische Natur des untersuchten Minerales.

Bei der mikroskopischen Untersuchung erwies sich das Mineral sehr arm an Einschlüssen. Ausser dem schon mit freiem Auge sichtbaren Magnetkies konnten blos wenige schwarze Körner von Magnetit und einige farblose Säulen wahrgenommen werden, welche wahrscheinlich dem Apatit angehören. Von der sonst bei Hypersthenen auftretenden schaligen Zusammensetzung parallel der Fläche 010 und den parallelen Einschlüssen ist keine Spur zu sehen.

Das specifische Gewicht wurde an sorgfältig zur Analyse ausgesuchten Stücken mit 3·449 bestimmt. Berücksichtigt man die durch die Analyse ermittelte Beimengung von 1·20% Magnetkies vom specifischen Gewicht[1]) 4·546, so erhält man als corrigirtes specifisches Gewicht 3.439.

Vor dem Löthrohre schmelzen Splitter ziemlich leicht zu schwarzer magnetischer Schlacke. Mit Borax gibt das Mineral Eisenreaction, mit Phosphorsalz eine durch Ausscheidung von Kieselsäure trübe, durch Eisen gelb gefärbte Perle. Mit Soda zeigt sich deutliche starke Manganreaction. Concentrirte Salzsäure greift das Mineral merklich an.

Eine qualitative Probe ergab das Vorhandensein von Kieselsäure, Phosphorsäure, Thonerde, Eisen, Mangan, Kalk, Magnesia, Schwefel, Wasser. Im Spektroskop vermochte man keine Spur von Natrium zu entdecken.

Die quantitative Analyse wurde von mir im Laboratorium des Herrn Professor E. Ludwig ausgeführt. Die Phosphorsäure wurde nach dem Aufschliessen mit kohlensaurem Natronkali durch Ausziehen der Schmelze mit Wasser getrennt und als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt. Das Mangan wurde als Schwefel-Mangan, das Wasser nach der von L. Sipöcz angegebenen Methode im Porcellanrohr bestimmt.

---

[1]) Schaffgotsch, Magnetkies von Bodenmais nach Dana, Manual of Mineralogy, p. 58.

Digitized by Google

Die Analyse lieferte folgende Zahlen:

I. 0·4646 Gr. mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen lieferten: 0·2282 Gr. = 48·86% Kieselsäure; 0·0030 pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·0019 Gr. = 0·42% Phosphorsäureanhydrid; 0·0303 Gr. Mangansulfür entsprechend 0·0247 Gr. = 5·32% Manganoxydul; 0·0913 Gr. Eisenoxyd entsprechend 0·06391 Gr. = 13·76% metallischem Eisen; 0·0089 Gr. = 1·92% Thonerde; 0·0069 Gr. = 1·48% Kalkerde; 0·2716 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·09787 Gr. = 21·07% Magnesia.

II. 0·3390 Gr. lieferten 0·0057 Gr. Baryumsulfat entsprechend 0·0016 Gr. = 0·47% Schwefel.

III. 0·4761 Gr. mit Flusssäure und Schwefelsäure im Glasrohr aufgeschlossen reducirten 15·4 Cubcm. Chamaeleon. 1 Cubcm. entsprach 0·003661 Gr. Eisen; somit ergeben sich 0·056424 Gr. oder 11·85% durch Chamaeleon oxydirbares Eisen.

IV. 0·2829 Gr. gaben 0·0038 Gr. = 1·35% Wasser.

Der Menge von 0·47% Schwefel entsprechen 0·73% Eisen, die in der Form von Magnetkies mechanisch beigemengt sind; dabei ist die in jüngster Zeit durch H. Habermehl[1]) für den blättrigen Magnetkies von Bodenmais ermittelte Zusammensetzung Fe_7S_8 zu Grunde gelegt. Jedes Atom *Fe* des Magnetkieses reducirt bei der Aufschliessung mit Fluss- und Schwefelsäure im Glasrohr ein Molekül Fe_2O_3 und liefert unter Abscheidung des Schwefels 3 *FeO*. Für 0·73% in der Form von Magnetkies vorhandenes Eisen sind also $3 \times 0{\cdot}73 = 2{\cdot}18\%$ *Fe* von der Menge des durch Chamaeleon titrirten Eisens abzuziehen. 11·85—2·18=9·67% *Fe* sind also in der Form von Oxydul vorhanden. Zieht man die Menge des als Fe_7S_8 und als *FeO* vorhandenen Eisens, d. i. 10·40% von der Gesammtmenge des Eisens, d. i. von 13·76% ab, so erhält man 3·36% als Menge des als Oxyd vorhandenen Eisens.

Es sind also in Form von

Magnetkies	enthalten:	0·73 *Fe*	entspr.	1·20%	Fe_7S_8
Eisenoxydul	„	9·67 *Fe*	„	12·43%	*FeO*
Eisenoxyd	„	3·36 *Fe*	„	4·80%	Fe_2O_3

[1]) Ueber die Zusammensetzung des Magnetkieses. XVIII. Bericht der Oberhess. Ges. f. Natur- und Heilkunde.

Digitized by Google

		Aequivalentzahlen
Kieselsäure	48·86 Proc.	1·6287
Phosphorsäure	0·42 „	0·0059
Thonerde	1·92 „	0·0372
Eisenoxyd	4·80 „	0·0600
Eisenoxydul	12·43 „	0·3453
Manganoxydul	5·32 „	0·1498
Magnesia	21·07 „	1·0535
Kalkerde	1·48 „	0·0528
Wasser	1·35 „	
Magnetkies	1·20 „	
	98·85	

Auffallend ist an dieser Zusammensetzung der bedeutende Gehalt an Eisenoxyd, welcher sich durch die beginnende Veränderung nur zum kleinsten Theil erklären lässt und auf das Vorhandensein einer Verbindung SiO_2 Fe_2O_3 MgO hinweist. Der Manganoxydulgehalt ist gleichfalls sehr hoch. Nur der Hypersthen vom Capucin [1]) hat einen ähnlichen Mangangehalt von 5·2 Proc. Die Phosphorsäure ist vermuthlich in Form von Apatit vorhanden. Wenigstens wurden in den Präparaten hie und da farblose Säulen wahrgenommen, deren optisches Verhalten dieser Annahme nicht widersprach. Zur Berechnung wurden daher entsprechend den 0·42 Proc. Phosphorsäure, 0·50 Proc. Kalkerde abgezogen.

Das Atomverhältniss zwischen der Kieselsäure und den Basen von der Zusammensetzung $R''O$ soll nach der gewöhnlichen Annahme beim Hypersthen gleich 1 : 1 sein. Aus den Zahlen der Analyse erhält man: 1·6287 : 1·5837 oder 103 : 100.

Der gefundene Kieselsäuregehalt ist also etwas höher als der von der Theorie verlangte. Es ist aber zu erwähnen, dass auf die beginnende Veränderung, die sich auch im Wassergehalt ausspricht, keine Rücksicht genommen wurde. Diese bedingt aber erfahrungsgemäss bei eisenoxydulreichen Verbindungen zunächst eine theilweise Oxydirung des Oxyduls in Oxyd und eine entsprechende relative Erhöhung des Kieselsäuregehaltes gegenüber den Basen $R''O$.

[1]) Laurent in Des Cloizeaux Manuel de Minéralogie, II., p. XVIII.

Digitized by Google

Wenn man den oben berechneten Gehalt an Magnetkies und Apatit abrechnet und den Wassergehalt vernachlässigt, so lässt sich die Analyse als eine Mischung von folgenden Verbindungen in den angegebenen Verhältnissen berechnen:

2 (SiO_2 Al_2O_3 MgO)
3 (SiO_2 Fe_2O_3 MgO)
2 (2 SiO_2 CaO MgO)
26 (2 SiO_2 2 MgO)
10 (2 SiO_2 2 FeO)
4 (2 SiO_2 2 MnO)

In der Columne I sind die Zahlen der Analyse nach Abzug von 1·20 Magnetkies, 0·92 Apatit und unter Vernachlässigung des Wassergehaltes auf 100 gerechnet; in der Columne II sind die aus obiger Mischung berechneten Zahlen aufgeschrieben.

	I.	II.
Kieselsäure	51·23	50·83
Thonerde	2·02	1·96
Eisenoxyd	5·04	4·59
Magnesia	22·08	22.46
Manganoxydul	5·58	5·40
Eisenoxydul	13·02	13·70
Kalkerde	1·03	1·06
	100·00	100·00

In Uebereinstimmung mit dem, was über die beginnende Veränderung gesagt wurde, liefert die Rechnung mehr Eisenoxydul und weniger Eisenoxyd als die Analyse.

Versucht man den Hypersthen von Bodenmais in jene Reihe zu stellen, welche von Tschermak[1]) zusammengestellt wurde, um das Wachsen des positiven Axenwinkels mit dem Wachsen des Mangan- und Eisengehaltes darzustellen, so würde er in der Gegend einzureihen sein, wo der von Des Cloizeaux untersuchte Hypersthen von Labrador steht.

	Neg. Axenwinkel in Oel	Eisen- und Manganoxydul
Hypersthen von Labrador	85° 39′	22·59
Hypersthen von Bodenmais	85° 48′	18·60

[1]) Tschermak, Mineral. Mitth. 1871, p. 18.

Digitized by Google

Die Vergleichung kann aus dem Grunde nicht genau ausfallen, weil man weder über den Einfluss der eisenoxydhaltigen Verbindung SiO_2 Fe_2O_3 MgO, noch über den der manganoxydulhaltigen 2 SiO_2 2 MnO ausreichende Erfahrungen hat. Es lässt sich daher nur sagen, dass der Hypersthen von Bodenmais jener Reihe beiläufig entspricht.

Charakteristisch ist die ungewöhnlich starke Dispersion. Im Allgemeinen sollte die Dispersion $\rho > \upsilon$ um die negative Mittellinie zunehmen mit zunehmendem Eisengehalt, da die eisenärmsten Glieder der Bronzitreihe um diese Mittellinie die Dispersion $\rho < \upsilon$ zeigen, während die in der Mitte stehenden Glieder, wie z. B. der Bronzit von Kapfenstein bei Gleichenberg in Steiermark, eine sehr schwache Dispersion besitzen.

Vergleicht man den Hypersthen von Bodenmais mit dem viel eisenreicheren Hypersthen von Capucin, der von Des Cloizeaux[1]) untersucht wurde, so sieht man, dass bei letzterem die Dispersion selbst beim Austritt der Axen in Luft viel kleiner ist, als bei dem Mineral von Bodenmais beim Austritt in Oel oder Glas.

Da beide Minerale nahezu den gleichen Gehalt an Manganoxydul besitzen, kann dieses die stärkere Dispersion nicht hervorrufen. Vielleicht ist es die Eisenoxydverbindung, welche die starke Dispersion bedingt; an dieser ist nämlich das Bodenmaiser Mineral ziemlich reich.

Wien, Mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut. April 1880.

---

[1]) Des Cloizeaux a. a. O.

Digitized by Google

IV. Die pyroxenführenden Gesteine des nordsächsischen Porphyrgebietes.

Von Herrn **Albrecht Penck** in München.

An den letzten nördlichen Ausläufern des sächsischen Erzgebirges verzeichnen die geologischen Karten ausgedehnte Porphyrmassen, welche sich im Osten unweit der Elbe, im Süden längs des sächsischen Mittelgebirges an steilaufgerichtete, archäische und paläozoische Gesteine anlegen, nach den andern Himmelsgegenden jedoch durch die Schwemmlandmassen der norddeutschen Ebene begrenzt werden.

Ueber den Aufbau und die Gesteine dieses Gebietes, welches sich passend als nordsächsisches Porphyrterritorium bezeichnen lässt, ist bislang nur äusserst wenig bekannt geworden. Die ältere geologische Landesuntersuchung Sachsens, welche andere Bezirke in einer für die damalige Zeit ganz musterhaften Weise untersuchte, so dass neueren Forschungen nur die Lösung von Details übrig bleibt, hat nur wenig Material über jene Gegenden gefördert. Die einzelnen, durch Diluvialablagerungen von einander getrennten Gesteinsvorkommnisse sind zwar in einer überraschend genauen Weise kartirt worden, und es werden auch eine Reihe von Porphyrvarietäten einzeln aufgeführt, unentschieden jedoch gelassen, ob sie nur Ausbildungsweisen ein und desselben geologischen Körpers sind oder ob sie selbständige Eruptionen repräsentiren. Nur eine Reihe von Gesteinen wird scharf ausgesondert und als grüne Porphyre bezeichnet. Von diesen wird gesagt, dass ihre Bildungsepoche älter ist als die des gemeinen Quarzporphyrs[1]). Später scheint jedoch Naumann, dem jene Untersuchungen zu danken sind, von dieser Ansicht abgekommen zu sein. Er spricht mehrfach nur von einer einzigen grossen Porphyrplatte des Leipziger Kreises, und erwähnt nur, dass diese hie und da von Gängen von „Syenitporphyr", den er

[1]) Geognostische Beschreibung des Königreiches Sachsen, Dresden 1845. Heft. I. S. 142.

Digitized by Google

früher als eine grobkörnige Varietät des grünen Porphyrs ausgeschieden hatte, durchsetzt werde[1]).

Diese grünen Porphyre sind nun in neuerer Zeit mehrfach der Gegenstand petrographischer Untersuchungen gewesen. Es hat sich jüngst gezeigt, dass sie durch die Führung von einem Minerale der Pyroxen-Gruppe ausgezeichnet sind. Aber ihre geologische Verknüpfung, ihr Verhältniss zu den übrigen Gesteinen der Gegend, ist unerörtert geblieben, und gerade durch diese Punkte scheint ein gewisses Licht auf die gegenseitigen Beziehungen zwischen granitischen und porphyrischen Gesteinen geworfen zu werden.

Durch die neue geologische Untersuchung Sachsens, an der ich zwei Jahre zu arbeiten Gelegenheit hatte, ist ermittelt worden, dass im nordsächsischen Porphyrgebiete nicht nur eine einzige Porphyrplatte ausgebildet ist, sondern dass deren mehrere entfaltet sind, dass diese regelmässig übereinander gelagert sind, und so gewissermassen einen Schichtencomplex repräsentiren. Die pyroxenführenden Gesteine nehmen so ziemlich die höchste Stufe desselben ein, und sind somit jünger als die Hauptmasse der gemeinen Porphyre. Sie gehören in die obere Etage des mittleren Rothliegenden der Gegend.

Es sind zwei verschiedene pyroxenführende Gesteine zu unterscheiden, nämlich Pyroxen-Quarzporphyr, welcher von Naumann als dichter grüner Porphyr, von Kalkowsky[2]) als augithaltender Felsitporphyr beschrieben wurde, und der Pyroxen-Granitporphyr, ein Gestein, welches von Naumann mehrmals als Syenit-, beziehungsweise Granitporphyr erwähnt wurde, und das Kalkowsky[3]) Augit-Granitporphyr benennt. Diese beiden Felsarten stehen in einer höchst merkwürdigen Beziehung zu einander, welche zu schildern die Aufgabe der folgenden Zeilen ist. Bemerkt möge zuvor werden, dass das Material hiefür gelegentlich der geologischen Kartirung von Section Grimma der geologischen Specialkarte von Sachsen, sowie auch durch zahlreiche Excursionen auf

[1]) Vgl. u. a. Lehrbuch der Geognosie, 2. Aufl., 2. Band, S. 610 u. 716, sowie auch Tschermak's Min. Mittheilungen 1873, S. 48.

[2]) Die augithaltenden Felsitporphyre bei Leipzig. Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. 1874, S. 586.

[3]) Der Granitporphyr von Beucha. Neues Jahrbuch f. Min. u. Geol. 1878. 278.

Digitized by Google

die Nachbargebiete gewonnen wurde. Dasselbe ist ausführlichst in den Erläuterungen zur genannten Section niedergelegt worden. Hier möge daher nur so weit darauf eingegangen werden, als zur Deutung des Phänomens unbedingt nöthig ist, welche Deutung ihrerseits, weil sie ein Erklärungsversuch ist und sich somit auf ein speculatives Gebiet begibt, nicht in dem genannten, lediglich darstellenden Texte Raum finden konnte.

Die Bemerkung Naumann's[1]), dass in dem Pyroxen-Quarzporphyre neben Quarz auch Augit vorhanden sei, war vergessen, als Tschermak[2]) gelegentlich eines Besuches in Leipzig auf das schwärzliche oder grünliche Gestein, welches daselbst als Pflaster- und Baustein ziemlich allgemein verwendet wird, aufmerksam wurde. Er erkannte in demselben Diallag als einen wesentlichen Gemengtheil. Kalkowsky[3]), welcher sich später mit jenem Gesteine ausführlicher beschäftigte, fand darin lediglich Augit und erklärte das Mineral, welches Tschermak als Diallag angesehen hatte, für einen faserig gewordenen Augit. Rosenbusch[4]) jedoch findet sowohl echten Augit als auch Enstatit, resp. Bronzit und Diallag, welche beiden letzteren Mineralien sich vor den ersteren durch ihre ausgezeichnete pinakoidale Spaltbarkeit auszeichnen sollen. Hiergegen hat Kalkowsky[5]) seine frühere Ansicht aufrecht erhalten. Er erklärt, obwohl Rosenbusch ausdrücklich betont, nur frische Mineralien untersucht zu haben, sämmtliche Pyroxene mit einer intensiven pinakoidalen Spaltbarkeit für einen umgewandelten, rissig gewordenen Augit.

Die Verhältnisse, wie ich sie erkennen konnte, stehen weder völlig im Einklange mit der einen, noch mit der anderen angeführten Ansicht. Das augitische Mineral, welches sich theils durch sehr lebhaften Pleochroismus, theils aber durch sehr schwachen auszeichnet, und stets nur eine sehr unvollkommene Spaltbarkeit parallel *c* besitzt, demnach sowohl von Kalkowsky, als auch von Rosenbusch für gemeinen Augit erklärt wurde, löscht in der bedeutend überwiegenden Zahl aller Durchschnitte parallel *c*

[1]) Geogn. Beschr. a. a. O.
[2]) Mineralog. Mittheilungen. 1873, S. 48.
[3]) Die augithaltenden Felsitporphyre a. a. O.
[4]) Zeitschrift der deutsch geol. Gesellsch. 1876, S. 376, 377.
[5]) Der Granitporphyr von Beucha a. a. O.

Digitized by Google

aus, weit seltener nur schräg zu dieser Axe. Im letzteren Falle zeigt es bisweilen eine polysynthetische Zwillingsbildung. Demnach muss angenommen werden, da doch nicht denkbar ist, dass in den 10 Dünnschliffen, welche zur Untersuchung kamen, die Mehrzahl der Durchschnitte die orthodiagonalen Hauptschnitte eines monoklinen Minerales seien, dass sowohl ein rhombischer als auch ein monokliner Pyroxen vorliegen. Beide unterscheiden sich im zerstreuten Lichte durchaus nicht. Beide erweisen sich in vielen Fällen als lebhaft pleochroitisch; beide liefern ein dunkelgrünes, serpentinartiges Verwitterungsproduct. Es ist daher anzunehmen, dass beide eisenhaltig sind, und es möchte der rhombische Pyroxen als eine besondere Varietät des Bronzites gelten, die sich durch eine unvollkommene Spaltbarkeit auszeichnet und sich darin dem Enstatit nähert, während der monokline zum gemeinen Augite zu rechnen ist.

Darin, dass diejenigen Durchschnitte, welche sich durch eine intensive Spaltbarkeit parallel *c* auszeichnen, von bereits umgewandelten, also nicht mehr frischen Augiten herrühren, hat Kalkowsky sicher Recht. Es lässt sich wahrnehmen, dass jene Spältchen parallel *c* vom Rande oder von Sprüngen des Durchschnittes ausgehen. Dass hierbei eine moleculare Umlagerung zugleich stattfindet, erhellt aus einem Falle, welchen mir Herr Dr. Kalkowsky zeigte. Es erwies sich nämlich der Kern eines Pyroxendurchschnittes als monoklin, die von Spältchen durchzogenen Zonen dagegen als rhombisch. Freilich ist die Mehrzahl der rissig gewordenen Augite in dem Sinne von Rosenbusch völlig frisch, wenn er nämlich sagt: „Ich nenne ein Mineral so lange frisch, als dasselbe in seiner ganzen Ausdehnung optisch einheitlich nach dem ihm eigenthümlichen Charakter reagirt“ [1]). Aber diese Fassung des Begriffes frisch, gegen die sich vom mineralogischen Standpunkte sicher nichts einwenden lässt, deckt sich nicht mit dessen geologischer Bedeutung. Im geologischen Sinne ist ein Gesteinsgemengtheil so lange frisch, als er unverändert in seiner ursprünglichen Beschaffenheit erhalten ist. So kann Uralit nicht als ein frischer Gesteinsgemengtheil gelten, wenn er auch im Sinne von Rosenbusch ein frisches Mineral ist. Somit können der Enstatit und Diallag Rosenbusch's, abgesehen davon, dass die Richtigkeit dieser Deu-

[1]) A. a. O.

Digitized by Google

tung nicht völlig zweifellos ist, nicht als Gemengtheile des Pyroxen-Quarzporphyrs angeführt werden.

Dies Gestein zeichnet sich ausser durch die Führung von Mineralien der Pyroxengruppe auch durch die von Granat aus. Derselbe tritt in unregelmässigen Körnern auf, welche die anderen Ausscheidungen in sich einschliessen, und häufig mit einem Kranze von radiär gestellten, äusserst dünnen Pyroxensäulchen umrandet sind. Zwischen diesen letzteren lagern gewöhnlich Magnetit-Körnchen. Es findet diese Erscheinung ein Analogon in verschiedenen pyroxenführenden archäischen Gesteinen. Stelzner[1]) erkannte sie zuerst in pyroxenführenden Granuliten des sächsischen Mittelgebirges, und sie ist später von Dathe[2]) ausführlich beschrieben worden. Kalkowsky[3]) führt sie von eigenthümlichen eklogitähnlichen Amphibolgesteinen des Eulengebirges an und erwähnt ihrer grossen Verbreitung in Eklogiten. Er deutet sie als eine Aggregationsform, während Dathe sie auf eine allmählige randliche Umwandlung des Granates zurückführt. Davon kann hier, wo die Grenze des Granates gegen die ihn umgebenden Mineralien eine absolut scharfe Linie ist, wo der Saum der letzteren stellenweise auch fehlen kann, oder wo sie ihn gar nicht berühren, nicht die Rede sein. Der Umstand vielmehr, dass die fragliche Erscheinung nur in pyroxenführenden Gesteinen bekannt geworden ist, scheint ein Fingerzeig dafür zu sein, dass sie eine Aggregationsform ist.

Es betheiligen sich ausser den namhaft gemachten Mineralien noch die gewöhnlichen Gemengtheile der gemeinen Quarzporphyre an der Zusammensetzung des Pyroxen-Quarzporphyrs, im Ganzen also folgende acht verschiedene Mineralien: Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Bronzit, Augit, Magnetit, accessorischer Granat und mikroskopischer Apatit. Die genauere Kartirung seiner Verbreitung lehrte nun, dass diese Mineralien keineswegs überall im Gesteine vorhanden sind. Häufig wurde das Fehlen des einen oder anderen accessorischen, oft aber auch der wesentlichen Gemengtheile constatirt, und es ist im höchsten Grade auffällig, dass hie und da gerade die Mineralien der Pyroxengruppe, welche den Pyroxen-Quarzporphyr in so hervor-

[1]) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1871. S. 246.
[2]) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1877. S. 285, 286.
[3]) Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig 1878. S. 42.

Digitized by Google

ragendem Masse auszeichnen, durchaus fehlen, so dass derselbe stellenweise von gemeinen Quarzporphyren nicht unterschieden werden kann. Zahlreiche Uebergänge verbinden diese so beschaffene Varietät mit der normalen, welche durch das schöne schwarze, fast lediglich Pyroxen und Plagioklas führende Gestein des Hengstberges bei Grimma repräsentirt wird. Jene Uebergangsglieder, welche sich auf nicht unbeträchtliche Entfernungen verfolgen lassen, zeigen ihrerseits wieder Schwankungen in ihrer Zusammensetzung, indem sie bald mehr, bald weniger Quarz und im umgekehrten Verhältnisse Plagioklase, sowie mehr oder minder reichlich Pyroxen führen. Es gibt an Quarz und Pyroxen reiche, sowie an diesen Mineralien verhältnissmässig arme Varietäten. Die ersteren haben eine grünliche Färbung, die letzteren ähneln in ihrem Aussehen den gemeinen Quarzporphyren. Alle diese Uebergangsglieder zeichnen sich nun dadurch aus, dass die oben erwähnten Endtypen des Pyroxen-Quarzporphyrs, nämlich das gleichsam melaphyrähnliche Gestein des Hengstberges und die pyroxenfreien Varietäten in Gestalt flacher blattähnlicher Lagen in ihnen eingelagert auftreten, wodurch sie stellenweise ein wahrhaft geflammtes Aussehen erhalten. Dies bemerkte zuerst Naumann von dem Vorkommnisse des Spitzberges bei Lüptitz unweit Wurzen[1]). Auch Kalkowsky entging dies Phänomen nicht. Er hält es für eine Art concretionärer Bildung. Man hat es hier mit Verschiedenheiten in einem Eruptivgesteine zu thun, welche durch Uebergänge mit einander verbunden sind, also mit Schlieren in dem Sinne Reyer's. Dieselben lagern stets untereinander parallel, meist horizontal oder ganz schwach geneigt; ebenso wie dann und wann zahlreiche Biotittäfelchen. Hieraus dürfte im Einklange mit andern Schlüssen zu folgern sein, dass der Pyroxen-Quarzporphyr eine ausgedehnte Decke bildet, deren Ausbreitung ungefähr neun deutsche Quadratmeilen beträgt.

Kalkowsky kennt die mineralogischen Verschiedenheiten des Pyroxen-Quarzporphyrs, wenn auch nicht in dem Masse, wie durch neuere Untersuchungen nachgewiesen worden ist. Er fühlt sich durch dieselben lebhaft an Bunsen's Mischungstheorie erinnert. In der That, wenn man in der über eine Fläche von mehreren Quadratmeilen gebreiteten Decke hier basische, dort saure Modificationen in regelloser

[1]) Lehrbuch der Geognosie. 2. Aufl. Bd. II. S. 687.

Digitized by Google

Vertheilung bemerkt, wenn man in den Uebergangsgliedern jener Modificationen diese letzteren selbst schlierenförmig eingelagert sieht, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass der Pyroxen-Quarzporphyr, so wie er vorliegt, das Product der Mischung zweier verschiedener Magma ist, welche Mischung nicht so vollständig ist, dass sie ein homogenes Ganze bildet.

Zu gedenken ist schliesslich noch, dass es rein felsitische Varietäten des Pyroxen-Quarzporphyrs gibt, welche bisher nicht beobachtet wurden. Dieselben treten in der liegenden Zone der Decke auf und sie dürften wohl als Erstarrungsmodificationen anzusehen sein. Als solche würden sie bekunden, dass der Porphyr bei seiner Eruption vollkommen dünnflüssig und nicht, wie viele heutige Laven bei ihrem Ergusse, bereits zahlreiche Krystallausscheidungen führte und demnach zähe war. Hiermit scheint seine ausserordentliche deckenförmige Verbreitung im besten Einklange zu stehen.

Ueber die Zusammensetzung des andern pyroxenführenden Gesteines, welches bisher als Granitporphyr von Beucha, Wurzen oder Trebsen beschrieben wurde, haben erst neuerlich die Untersuchungen von Kalkowsky Licht gebreitet. Hielt man früher Hornblende für einen wesentlichen Gemengtheil und bezeichnete es als Syenitporphyr, so zeigte bereits Naumann, dass das grüne, färbende Mineral ein chloritähnliches sei. Baranowski[1]) bestätigte dies; erklärte den Chlorit jedoch für ein Zersetzungsprodukt von Hornblende. Kürzlich wies nun Kalkowsky[2]) nach, dass letzteres Mineral ein Umwandlungsproduct von Augit ist. In der That gelang es auch, Varietäten des Granitporphyrs aufzufinden, in welchen das augitische Mineral völlig frisch ist. Dasselbe gleicht in allen Stücken dem Pyroxen im Pyroxen-Quarzporphyr. Es lässt sich abermals ein Bronzit und ein gemeiner Augit wahrnehmen, welche in nicht mehr völlig frischen Durchschnitten eine ausgezeichnete pinakoidale Spaltbarkeit aufweisen. Wie leicht sie überhaupt einer Umwandlung unterworfen sind, erhellt daraus, dass sie auf frischem Bruche im Gesteine nicht erkennbar sind, und erst an Flächen, welche der Luft wenige Tage, so an den Handstücken in den

[1]) Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1874, S. 586.

[2]) Der Granitporphyr von Beucha, a. a. O.

Digitized by Google

Sammlungen, ausgesetzt gewesen sind, als schwarze Stäbchen hervortreten. Vermuthlich hängt dies mit ihrem Rissigwerden zusammen.

Der Pyroxen-Granitporphyr ist ein durchaus krystallines Gestein, wenn auch seine Quarze Glaseinschlüsse bergen. Bereits mit blossem Auge gelingt es, seine einzelnen Gemengtheile deutlichst zu unterscheiden. Er müsste daher eigentlich ohne Weiters zu den granitischen Gesteinen gerechnet werden, was nunmehr, nachdem in echten Graniten Südtirols Glaseinschlüsse bekannt geworden sind, durchaus unbedenklich erscheint. Seit alters her ist er jedoch den Porphyren beigezählt, oder wie zuerst durch Zirkel[1]) als der Repräsentant eines besonderen Gesteinstypus als Mittelglied zwischen Porphyren und Graniten betrachtet worden. Erst ganz neuerlich stellte ihn Rosenbusch zu den granitischen Gesteinen; hiegegen polemisirte Kalkowsky; nach demselben steht er auf Grund seiner Gemengtheile, seiner Structur, seines Habitus und geologischen Vorkommens mit dem Pyroxen-Quarzporphyre in engster Beziehung und hat mit echten Graniten nichts zu thun.

Durch die Untersuchungen von Rosenbusch[2]) ist vollkommen klar gelegt worden, dass viele Porphyre nichts anderes sind, als mikroskopisch feinkörnige Granite. Dadurch ist die scharfe petrographische Grenze, welche früher zwischen den krystallinisch körnigen Graniten und den „dichten" Porphyren gezogen wurde, verwischt worden, so dass es nun gewissermassen in dem Belieben eines Jeden steht, gewisse Gesteine auf Grund ihrer Körnigkeit bald den Graniten, bald den Porphyren zuzugesellen. Damit ist aber, wie bereits Zirkel[3]) ausführte, durchaus nicht die Grenze zwischen Graniten und Porphyren aufgehoben; denn in ihrem Auftreten erwiesen sich Granit und Porphyr stets als durchaus verschieden. Diesen kennt man in ausgedehnten Decken, in Strömen und Gängen; jenen dagegen in Form von Stöcken und Massiven, von welchen sich nur selten Apophysen abzweigen. Die Porphyre lassen sich in ihrem Auftreten meisthin, wenn auch sie hie und da in enormen Massen entfaltet sind, mit den heutigen Laven ver-

[1]) Petrographie Bd. I. 526. Die mikrosk. Besch. d. Min. u. Gest. S. 320.
[2]) Phys. d mass. Gest S. 25, 86.
[3]) Ber. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-phys. Classe. 1877. S. 174.

Digitized by Google

gleichen, mit denen sie auch gewisse petrographische Eigenthümlichkeiten theilen, die Granite jedoch nie. Die Porphyre rufen im Contacte mit andern Gesteinen höchstens Frittungserscheinungen hervor, die Granite jene metamorphischen Contactwirkungen, welche ihnen so eigenthümlich sind. Es wird sich also fragen, wie das geologische Auftreten des Pyroxen-Quarzporphyrs ist, welches seine Contactwirkungen sind, um dadurch seine systematische Stellung zu ermitteln.

Kalkowsky hat z. Th. aus geologischen Gründen für die Zugehörigkeit des vorliegenden Gesteines zu den Porphyren plaidirt, und zwar:

1. Aus dem Auftreten in der Nachbarschaft des Pyroxen-Quarzporphyres;

2. aus dem Vorkommen von Partien in ihm, welche den Habitus des Pyroxen-Quarzporphyres zur Schau tragen und welche ganz allmählig in ihn übergehen;

3. aus seiner Führung von Pyroxen gleich dem Pyroxen-Quarzporphyre;

4. aus der durchaus krystallinen Structur der Grundmasse beider.

Was diese einzelnen Punkte anlangt, so ist zunächst zu bemerken, dass weder 1., noch 3., noch 4. zur Entscheidung der vorliegenden Frage von Betracht sind. Es gibt Fälle genug, wo Porphyre und Granite von gleicher mineralogischer Beschaffenheit zusammen vorkommen, wo sie beide durchaus krystallin sind. Daraus würde noch Niemand schliessen können, dass Porphyre und Granite zusammengehören. Anders scheint es fast mit Punkt 2 zu sein. In der That ist aber auch dieser nicht bedenklich. Daraus, dass ein Granit hie und da einen porphyrischen Habitus aufweist, ist noch nicht zu folgern, dass er ein Porphyr ist. Zudem ist mir im höchsten Grade wahrscheinlich, dass jene graugrüne, feinkörnige Partie, auf welche sich Kalkowsky stützt, nichts anderes ist, als die später zu erwähnende feinkörnige „granitische" Varietät des Pyroxen-Granitporphyrs. Wie dem auch sei, der plötzlich hereintretende Winter hat mich leider gehindert, jene Stelle noch vor meiner Uebersiedelung nach München zu besuchen, selbst wenn, was Kalkowsky zu beweisen trachtet, ein Zusammenhang zwischen Pyroxen-Granitporphyr und Pyroxen-Quarzporphyr vorhanden wäre,

Digitized by Google

so würde dieser nur beweisen, dass ein Magma theils granitisch, theils porphyrisch erstarren kann, nicht aber, dass der Granitporphyr ein Porphyr ist. Kalkowsky jedoch, indem er mittheilt, dass der Pyroxen-Granitporphyr jünger ist als der Pyroxen-Quarzporphyr; gesteht ein, dass ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Gesteinen nicht vorhanden ist, und widerlegt dadurch eigentlich seine gesammten Folgerungen.

Wenn sich keine stichhaltigen Argumente finden, den Granitporphyr zu den Porphyren zu stellen, so gibt es deren, welche seine Zugehörigkeit zu den Graniten erweisen. Kalkowsky gibt das Material hierfür selbst an die Hand. Er ist der Erste, welcher erwähnt, dass die überaus zahlreichen Grauwackenfragmente, welche dem Granitporphyre eingebettet sind, sammt und sonders in der Art metamorphosirt sind, wie die Grauwacken rings um Granitstöcke. Er weiss sich diese Erscheinung nicht zu erklären, hält aber für nicht unwahrscheinlich, dass der Granitporphyr jene Fragmente bei seinem Hervordringen bereits im metamorphosirten Zustande vorfand. Hierfür spräche der Umstand, dass jedes Bruchstück durchweg gleichförmig metamorphosirt sei und nicht randlich stärker als in der Mitte.

Die Grauwackenbruchstücke, welche man häufig in eruptiven Graniten eingestreut findet, sind jedoch stets durch ihre ganze Masse gleichförmig metamorphosirt, selbst an Schollen von 10—30 Meter Durchmesser, welche ich in Graniten bei Christiania beobachtete, konnte ich nirgends eine Spur von einer Abnahme der Umwandlung von aussen nach innen wahrnehmen. Man kann sie daher nicht an Bruchstücken von allerhöchstens 1 M. im Durchmesser erwarten. Traf aber der Granitporphyr bei seinem Heraufdringen die Grauwacken bereits im metamorphosirten Zustande, so musste er auch jenes Gestein treffen, welches die Metamorphose verursacht hat und Fragmente desselben in sich einschliessen. Dergleichen finden sich aber nirgends in ihm, weder Granit, noch Syenit-Bruchstücke kommen in ihm vor.

Man könnte aber möglicherweise behaupten, dass jene Gesteinsfragmente von eigenthümlichen archäischen Schiefern herrühren, also nicht Contactproducte sind. Ist doch das sächsische Granulitgebiet von Gesteinen umringt, welche von den Contactgesteinen mancher Granite nicht zu unterscheiden sind, und welche hier mit

Digitized by Google

gemeinen Phylliten wechsellagern. Aber auch diese Annahme findet Schwierigkeiten darin, dass lediglich metamorphosirte Grauwackenfragmente, nie aber andere Gesteine im Granitporphyre eingeschlossen beobachtet wurden. Warum findet man nie ein Gestein in ihm, welches das Liegende jener supponirten archäischen Schiefer bildet; warum keinen Phyllit, keinen Glimmerschiefer, keinen Gneiss oder Granulit!

Lässt sich also kein Halt dafür gewinnen, dass der Granitporphyr bei seinem Heraufdringen bereits jene Gesteine in der Form vorfand, die sie jetzt aufweisen, so gewinnen sich Anhaltspunkte dafür, dass dieselben durch ihn metamorphosirt worden sind.

In den zahlreichen Porphyren der Gegend finden sich nirgends Einschlüsse von Gesteinen, welche den Fragmenten im Granitporphyre gleichen, sondern vielmehr nicht selten unveränderte Grauwacken. Besonders auffällig ist aber, dass an dem linken Muldenufer, unweit Oellschütz, oberhalb Wurzen, in einem von Naumann aufgefundenen Porphyrgange, welcher den Granitporphyr durchsetzt überreich frische grünliche Grauwacken vorkommen, während sein Nebengestein nur durchaus metamorphosirte einschliesst. Da nun beide Gesteine hier gangförmig aufsetzen, beide also hier in der Tiefe wurzeln, so dürfte sich die geschilderte Erscheinung nur durch die Annahme erklären lassen, dass der Granitporphyr die in ihm vorkommenden Grauwacken metamorphosirt hat, dass er demnach auf Grund seiner Contactwirkungen dem Granite gleicht.

In seinem Auftreten ist der Pyroxen-Granitporphyr auf die Decke des Pyroxen-Quarzporphyrs beschränkt, und einige Vorkommnisse von „Syenitporphyr", welche die Naumann'sche Karte ausserhalb dieses Bereiches bei Wermsdorf angibt, sind von dem Pyroxen-Granitporphyre gänzlich verschieden. Letzterer bildet, wie aus der erwähnten Karte bereits zu entnehmen ist und wie meine Untersuchungen bestätigen, ausgedehnte Gangmassen, welche seitlich, wie sich trotz der fast allgemeinen Diluvialbedeckung der Gegend verfolgen lässt, durch Pyroxen-Quarzporphyr unmittelbar begrenzt werden. Eine solche Gangmasse lässt sich von Nerchau bis unterhalb Wurzen, also auf eine Strecke von 12 Km., ununterbrochen verfolgen. Ihre Breite schwankt zwischen 500 und über 1000 M. An einer Stelle scheint es, als ob mit diesen Gangmassen eine geringe deckenförmige Ausbreitung des Gesteines in Verbindung

Digitized by Google

stünde. Am Wachtelberge bei Dehnitz, südlich von Wurzen, stellen sich nämlich rundliche, etwas gedehnte Blasenräume im Granitporphyre ein, welche eine im Allgemeinen horizontale Lage besitzen; zudem zeigt derselbe hier eine fast dicht zu nennende Grundmasse. Seine Hauptmasse jedoch kommt zweifellos gangähnlich vor, wie sich aus der Verschlierung seiner unten zu erwähnenden Varietäten sowie aus der Stellung seiner Porositäten unweit Trebsen entnehmen lässt. Jene grossen Gangmassen aber gleichen nicht den schmalen Gangzügen porphyrischer Gesteine, sie tragen vielmehr das Gepräge granitischer Masseneruptionen.

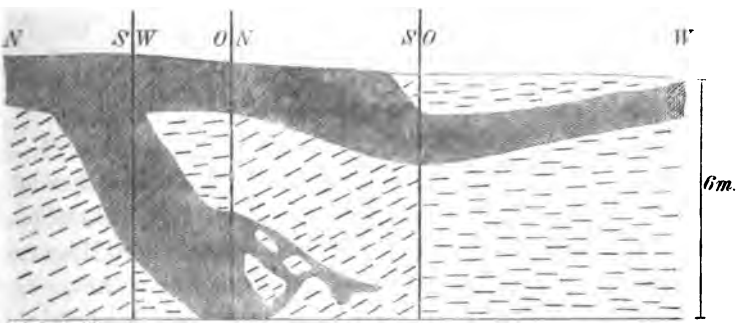
Somit gleicht der Pyroxen-Granitporphyr sowohl auf Grund seiner petrographischen Beschaffenheit, als auch in seinen Contactwirkungen und schliesslich seinem Auftreten dem Granite, muss füglich als solcher gelten.

Wenn auch also zwischen dem Pyroxen-Quarzporphyre und Granitporphyre sich namhafte Verschiedenheiten ergeben, wenn dieser den granitischen, jener den porphyrischen Gesteinen unterzuordnen ist, wenn sich ferner beide in ihrem Auftreten unterscheiden, indem der erstere deckenförmig ausgebreitet ist und der letztere gangförmig in ihm vorkommt, wenn sich schliesslich herausstellt, dass beide verschiedenalterig sind, so sind doch andererseits gewisse Beziehungen zwischen ihnen nicht zu verkennen, welche bedingt haben, dass sie schon von Naumann als zusammengehörig beschrieben wurden, dass sie Kalkowsky vereinigte.

Ganz auffällig ist zunächst, dass sie in ihrer mineralogischen Zusammensetzung völlig übereinstimmen. Beide zeichnen sich durch Mineralien aus, welche sonst so selten in ähnlichen Gesteinen auftreten. Beide enthalten gleichzeitig einen rhombischen und einen monoklinen Pyroxen, beide führen accessorischen Granat. Es wiederholt der Pyroxen-Granitporphyr, wie später ausgeführt wird, zum Theil die Schwankungen, welche die Zusammensetzung des Pyroxen-Quarzporphyrs aufweist. Zudem gewinnt der Umstand, dass beide Gesteine räumlich aneinander gebunden sind, eine besondere Bedeutung dadurch, dass sie nicht nur unmittelbar aneinanderstossen, dass sich also nirgends eine Zwischenbildung zwischen sie einschaltet, sondern vor allem dadurch, dass sie an ihren Grenzen mit einander verschmolzen sind.

Digitized by Google

Nur an einem Punkte ist ein unmittelbarer Contact zwischen dem Granitporphyre und seinem rein porphyrischen Nebengesteine gut entblösst, nämlich am Haselberge bei Ammelshain, einer Stelle, die von Naumann entdeckt ist. In einem behufs Gewinnung von Pflastersteinen hier angelegten Steinbruche zeigte sich folgendes Profil, welches leider kurz nach meinem Besuche verschüttet ist. An einer Wand des sich durch besonders zahlreiche Schlieren auszeichnenden Pyroxen-Quarzporphyrs finden sich zuunterst vielfach verästelnde, dann sich vereinigende und steil aufsteigende, schliesslich sich wieder ausbreitende Massen des Pyroxen-Granitporphyrs, welche zahlreiche Partien des Pyroxen-Quarzporphyrs in sich einhüllen. Aus einiger Entfernung gesehen gewährte das Ganze den Eindruck eines nach der Analogie der Granitapophysen verzweigten Ganges, aber bei näherer Betrachtung ergab sich, dass eine etwa zwei Cm. breite Zone überall einen allmähligen Uebergang zwischen beiden Gesteinen vermittelt. (Vgl. nebenstehendes Profil.)



Gang von Pyroxen-Granitporphyr im Pyroxen-Quarzporphyre, dessen Schlieren durchschneidend. Haselberg bei Ammelshain.
[Das Profil verläuft nicht geradlinig, sondern stellt eine mehrfach gebrochene Linie dar.]

Solange man mit Reyer unter Schlieren „physikalisch verschiedene, durch Uebergänge untereinander verbundene Massen in einem gasförmigen, flüssigen oder erstarrenden Körper" versteht, so stellen sie Verschiedenheiten dar, welche bereits bei der Ablagerung eines Gesteines in demselben vorhanden waren. Dieselben müssen demnach in ihrer Lage und Ausdehnung in Beziehung zu einander stehen. In diesem Sinne gelten die Verschiedenheiten innerhalb der Decke des Pyroxen-Quarzporphyrs als Schlieren

Digitized by Google

Anders aber der vorliegende Fall. Die ausgezeichneten parallelen Schlieren des Pyroxen-Quarzporphyrs, welche demselben ein wahrhaft geflammtes Aussehen verleihen, werden durch den Granitporphyr senkrecht durchschnitten. Solches lässt sich nicht nur in dem Steinbruche beobachten, solches zeigt selbst ein Handstück aus der Contactzone, welches ich den Sammlungen der geologischen Landesanstalt in Leipzig einverleibt habe. Es erhellt hieraus, dass der Granitporphyr nicht die Lage der Schlieren im Quarzporphyre besitzt, von welchen er überdies auch petrographisch verschieden ist, er zeigt vielmehr eine durchgreifende Lagerung, tritt mit anderen Worten gangförmig auf.

Von diesem Gesichtspunkte muss die eigenthümliche Uebergangszone zwischen beiden Gesteinen betrachtet werden. Dieselbe erscheint als die Folge des Umstandes, dass der Granitporphyr den Quarzporphyr durchsetzt, sie ist ursächlich bedingt durch die Einwirkung von jenem auf diesen, also eine Verschmelzung. Es liegt hier einer der überaus seltenen Fälle vor, dass ein Gang mit seinem Nebengesteine verschmilzt, es zeigt sich, dass ein petrographischer Uebergang zwischen zwei Gesteinen durchaus noch nicht erweist, dass sie auch geologisch ineinander übergehen, d. h. dass sie ein und demselben geologischen Körper angehören.

Soll es sich nun darum handeln, wie jene Verschmelzungszone entstand, so scheint es mir nicht besonders wahrscheinlich, dass sie die Folge der Einwirkungen des granitischen Magmas als solches sei. Ich glaube sie eher daraus erklären zu können, dass der Pyroxen-Quarzporphyr als der Granitporphyr hervorbrach, noch nicht völlig erkaltet und erstarrt war, dass er noch eine zäh- und dickflüssige Masse war, in welche jener injicirt wurde. Dem entsprechend würde der Granitporphyr nur wenig jünger sein als der Pyroxen-Quarzporphyr, beide würden zwei kurz aufeinander folgenden Eruptionen ihre Entstehung verdanken. Beachtet man nun, wie sie räumlich eng verknüpft sind, wie sie sich mineralogisch gleichen, so drängt sich leicht die Folgerung auf, dass sie ein und demselben Vulcanherde entstammen, und somit nur verschiedene Ausbildungsweisen ein und desselben Magma sind. Widerspricht dieser Schluss nicht den oben dargelegten Verschiedenheiten beider Gesteine, sondern lassen sich diese vielmehr durch ihn erklären, so wäre dadurch

Digitized by Google

ein wesentliches Licht auf die gegenseitigen Beziehungen zwischen Granit und Porphyr geworfen.

Der Pyroxen-Quarzporphyr und Granitporphyr sollen die Producte zweier unmittelbar auf einander folgenden Eruptionen eines und desselben Magma sein. Man kann sich dies so vorstellen, dass aus jenem unterirdischen Herde, welcher das Eruptivmaterial lieferte, zwei Ergüsse unmittelbar auf einander folgten, so wie etwa zwei verschiedene Ergüsse des Vesuvs. In diesem Falle ist vorauszusetzen, dass die Beschaffenheit des Materials beider Ergüsse zur Zeit des Ergusses dieselbe war, wenn sie auch später, durch verschiedene Art des Erkaltens beider Massen, so wie sie durch deren geologisches Auftreten bedingt ist, sich bedeutend verändern konnte.

Wo auch der Granitporphyr auftritt mit einer sogleich zu erwähnenden Ausnahme, da ist er charakterisirt durch oft über zollgrosse Krystalle von Orthoklas; in den feinsten Apophysen unweit Ammelshain, in der anscheinend deckenförmig ausgebreiteten Partie bei Dehnitz, wo er eine geradezu felsitische Grundmasse besitzt, also an den Stellen, wo er sich sicher am raschesten abgekühlt haben muss, überall sind ihm jene Krystalle eigenthümlich. Ich kann mir dies nicht anders erklären, als dadurch, dass jene Krystalle bereits im Granitporphyre ausgeschieden waren, zu der Zeit, als derselbe dem Erdinnern entquoll, eine Annahme, die auf eine Reihe entsprechender Fälle wohl anzuwenden ist. In diesem Falle würde sich jedoch der Granitporphyr bereits bei seiner Eruption vom Pyroxen-Quarzporphyre unterschieden haben, da dieser, wie oben gezeigt, jedenfalls im vollkommen dünnflüssigen Zustande sich ergoss. Beider Verschiedenheiten erscheinen somit nicht lediglich als die Folge verschiedener Erstarrungsweisen nach ihrer Eruption. Zudem zeigt sich, dass der Granitporphyr nicht in dem Sinne eine einheitliche Masse darstellt, wie der Pyroxen-Quarzporphyr.

Der Granitporphyr erscheint nämlich in zwei verschiedenen petrographischen Ausbildungsweisen, welche sich vor allem durch ihre Structur unterscheiden. Die eine zeichnet sich durch ihren Reichthum an grossen porphyrischen Krystallen aus. Sie war der Gegenstand der Untersuchungen von Zirkel, Baranowski und Kalkowsky, und von ihr als der unbedingt herrschenden, ist oben die Rede gewesen. Ich nenne diese Varietät die porphyrische wegen der in ihr so zahlreichen porphyrischen Feldspäthe,

Digitized by Google

und bezeichne als granitische die andere, welche porphyrische Ausscheidungen nur in sehr geringem Masse beherbergt und ein durchaus krystallines, also granitisches Gefüge besitzt. Dieselbe zeigt ähnliche Schwankungen in ihrem mineralogischen Charakter wie der Pyroxen-Quarzporphyr. An einer Stelle nämlich besteht sie fast lediglich aus Pyroxen und Plagioklas mit ganz spärlichem Orthoklas und Quarz, sie ähnelt dann dem Pyroxen-Quarzporphyre vom Hengstberge. An einer andern Stelle dagegen betheiligen sich die letztgenannten Mineralien reichlich neben Pyroxen an der Zusammensetzung des Gesteines und Plagioklas fehlt demselben vollkommen. Es gleicht dann den quarzreichen Varietäten des Pyroxen-Quarzporphyrs, welche z. B. bei Taucha in ausgezeichneter Weise die Gletscherspuren aufbewahrt haben. Im Allgemeinen ist der Pyroxen in der granitischen Varietät des Pyroxen-Granitporphyrs häufiger als in der porphyrischen. In dieser mangeln frische Individuen vollständig und sind durch chloritische Aggregate ersetzt. Der auffälligste Unterschied zwischen beiden Varietäten ist jedoch der, dass nur der porphyrischen die so oft erwähnten metamorphosirten Grauwackenfragmente eingestreut sind, während sie der andern, wie es scheint, durchweg fehlen.

Höchst eigenthümlich ist die Art und Weise der Verknüpfung der geschilderten Varietäten. Eine jede zeigt, wo sie anstehend gefunden wird, einen gleichbleibenden Habitus. Die porphyrische ist sich sowohl bei Beucha unweit Leipzig, als auch an der Mulde vollkommen gleich; die quarzreiche granitische Modification ist unterhalb Trebsen auf ungefähr 100 Meter Entfernung zu verfolgen, ohne dass auffällige Schwankungen des Gesteinscharakters hervortreten, dasselbe gilt von ihrer quarzarmen Ausbildungsweise, welche an der nördlichen Flurgrenze des Städtchens Nerchau ansteht. Es kommt also im Allgemeinen die eine Varietät nicht regelmässig neben der andern eingelagert vor, vor allem ist zu bemerken, dass beide nicht wie die Varietäten des Pyroxen-Quarzporphyrs durch ganz allmählige Uebergänge mit einander verfliessen, sondern dass sie ziemlich unvermittelt aneinander stossen. Gewöhnlich lässt sich nur eine schmale, höchstens 1 Dm. breite Uebergangszone zwischen ihnen erkennen. Nahe ihrem Zusammentreffen zeigt sich ferner, dass ein häufiger Wechsel der einzelnen Varietäten statt hat, indem sie gleichsam verknetet erscheinen, und dass dabei in der porphyrischen Varietät rundliche, mehr oder minder grosse Partieen

Digitized by Google

der granitischen auftreten. Alles dies in Einklang mit den oben geschilderten specifischen Eigenthümlichkeiten beider Varietäten gebracht, macht wahrscheinlich, dass dieselben nicht durch Differenzirung einer Masse entstanden sind, sondern zwei verschiedene in einander geknetete Massen repräsentiren, welche, wie die erwähnte Uebergangszone an ihren Grenzen anzudeuten scheint, zu einer Zeit vermengt wurden, als beide noch zum mindesten plastisch waren. Das Gesammtphänomen wird dennoch nur als eine Verschlierung bezeichnet werden können; denn beide Massen stellen zusammen nunmehr einen einzigen geologischen Körper dar und erscheinen lediglich als Verschiedenheiten in demselben. Freilich liegt ein leicht fühlbarer Unterschied zwischen den Schlieren im Quarzporphyre und den vorliegenden. Während jene ihren Charakter als Schlieren ohne Weiteres bekunden, erinnern diese vielmehr an das Verhältniss zwischen dem Pyroxen-Granitporphyre und Pyroxen-Quarzporphyre in dem Steinbruche von Ammelshain. Aber diese Aehnlichkeit ist nur eine scheinbare. Hat man es dort mit zwei durch Uebergänge verbundenen, in ihrem Auftreten verschiedenen Massen zu thun, so handelt es sich hier um Verschiedenheiten ein und derselben Masse, welche freilich ihren Ursprung aus zwei verschiedenen auf das Deutlichste verräth. Das scheint überhaupt die Ursache der Entstehung der Schlieren zu sein, dass verschiedene Magma eine unvollständige Mischung eingehen.

Von dieser Anschauung ausgehend, dürfte nun dem Umstande Gewicht beizulegen sein, dass die granitische Varietät des Granitporphyrs sich häufig in der porphyrischen eingeschlossen findet, während ich den umgekehrten Fall nirgends beobachten konnte. Es entspricht dies zweifellos dem Falle, dass ein Eruptivgestein Fragmente des andern umschliesst. Wie daraus geschlossen wird, dass dasselbe jünger als das andere ist, so dürfte sich aus den angeführten Verhältnissen ergeben, dass die porphyrische Varietät des Granitporphyres die granitische durchsetzt und Partieen derselben eingeschlossen hat, wenn dies auch zu einer Zeit geschah, wo beide Gesteine noch nicht erstarrt, sondern noch plastisch waren.

Diese Erscheinung wirft Licht auf das Verhältniss zwischen dem Pyroxen-Quarzporphyre und Granitporphyre. Denn die granitische Varietät des letzteren kann sehr wohl als eine Erstarrungsmodification des ersteren gelten, sie unterscheidet sich von dem-

Digitized by Google

selben lediglich durch ihre völlig krystalline Structur, und es steht der Annahme nichts im Wege, dass sie bei ihrer Eruption die nämliche Beschaffenheit wie jener besass. Es ist wahrscheinlich, dass sie diejenige Masse des Pyroxen-Quarzporphyrs darstellt, welche in dessen Eruptionscanale zu erstarren begriffen war, als aus der Tiefe die porphyrische Varietät des Granitporphyrs hervorquoll, theils eigene Wege einschlagend und sich mit Grauwackenfragmenten beladend, theils aber die Canäle des Pyroxen-Quarzporphyrs benutzend, hier mit dessen noch plastischer Masse verschlierte, sich dann endlich in die Decke desselben injicirte und randlich mit deren noch nicht völlig starrem Materiale verschmolz.

Wenn nun aber diese porphyrische Varietät auch bei ihrer Eruption vom Pyroxen-Quarzporphyre verschieden war, so ist noch durchaus nicht erwiesen, dass sie von vornherein anders als dieser beschaffen war. Darin stimmen die Hypothesen über den Ursprung der vulkanischen Gesteine fast sämmtlich überein, dass ein und dasselbe Magma verschiedene Ausbildungsweisen annehmen kann, ehe es eruptiv wird, das heisst, seine endgültige Lagerstätte, als Lavastrom oder Gangmasse, einnimmt. Nach der einen Anschauung soll das „Urmagma" geradezu einen leicht beweglichen Krystallbrei darstellen, welcher erst secundär in einen Schmelzfluss übergeführt wird. Dieser Anschauung ist neuerdings besonders durch v. Richthofen und Reyer in Deutschland Eingang verschafft worden. Nach derselben müssen, wie Reyer sehr treffend bemerkt, in der flüssigen Lava des Kraters „krystallentstaltende" Processe stattfinden, es müssen die Krystalle des Urmagma vernichtet werden. Aber dieser Folgerung scheinen Beobachtungen der natürlichen Verhältnisse zu widersprechen. Aus Untersuchungen lockerer vulcanischer Auswürflinge liess sich schliessen, dass in der Lava des Kraters jedenfalls nicht krystallentstaltende, sondern vielmehr krystallbildende Processe herrschen[1]). Es dürfte dies darauf hinweisen, dass das Urmagma nicht als ein Krystallbrei, sondern als eine Art Schmelzfluss vorzustellen ist, aber nicht als ein Schmelzfluss der festen Substanz eines Lavastromes, wie besonders L. v. Buch und Humboldt annahmen, sondern als eine vollkommen homogene Legirung aller Eruptionsproducte, der gasförmigen,

[1]) Vergl. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1878, S. 115.

Digitized by Google

flüssigen und festen. Entsprechend dieser Anschauung können Krystalle in einer aus der Tiefe quellenden Lava nur als die Folge von allerhand Einwirkungen, denen das Magma ausgesetzt gewesen ist, nur als secundäre Bildungen anzusehen sein, und zwar dürften jene Einwirkungen im Wesentlichen die einer allmäligen Erkaltung und Erstarrung sein.

Bereits in der granitischen Varietät des Pyroxen-Granitporphyrs, welche vermuthlich die in den Eruptionscanälen steckengebliebene Masse des Pyroxen-Quarzporphyrs ist, erscheinen vereinzelte grössere, also porphyrische Feldspäthe. Die reichlichen Feldspäthe, welche der porphyrischen Varietät schon bei ihrer Eruption eigenthümlich waren, werden nun zum Zeugen dafür, dass dieselbe vor ihrem Hervorbrechen in Erkaltung begriffen war, und es ist sehr leicht möglich, ihre ausserordentliche mineralogische Uebereinstimmung mit dem Pyroxen-Quarzporphyre weist darauf hin, dass sie ebenfalls eine Ausbildungsweise von dessen Magma ist; und zwar einen Theil desselben repräsentirt, welcher in der Tiefe in einem sehr allmähligen Erstarren begriffen war, ehe er an die Oberfläche gepresst wurde und dabei die oben geschilderten Erscheinungen bewirkte.

Somit würden der Pyroxen-Quarzporphyr und Pyroxen-Granitporphyr zwar die Producte zweier kurz aufeinander folgenden Eruptionen ein und desselben Magma sein, nicht aber zwei Ergüsse unmittelbar aus dem Vulcanherde, sondern durch den zweiten Erguss ist nur dasjenige Material des ersten an den Tag gefördert worden, welches sich in grosser Tiefe aufgehalten und hier in anderer Weise als auf der Oberfläche zu erstarren begonnen hatte. Demnach würde die porphyrische Ausbildung des Pyroxen-Quarzporphyrs lediglich die Folge einer besondern Erstarrungsweise sein; mithin würden porphyrische und granitische Gesteine aus ein und demselben Magma hervorgehen können, und nur, wie so oft behauptet, verschiedene Erstarrungsmodificationen sein.

Noch ein Punkt bleibt schliesslich zu erörtern. Der Granitporphyr ist eine recht stattliche Masse, ist ja doch der eine Gang desselben allein 12 Km. lang und oft über Km. breit; wie ist es denkbar und wie ist es vorzustellen, dass diese gesammte Masse in der Tiefe stagnirte? Wie kommt es ferner, dass lediglich nur metamorphosirte Grauwackenfragmente in ihm beobachtet wurden

Digitized by Google

und nie Bruchstücke anderer Gesteine, welche unter den Grauwacken doch unbedingt vorhanden sein müssen?

Ich kann aus diesem letztgenannten Factum nur schliessen, dass der Granitporphyr bei seinem schliesslichen Empordringen nur Grauwackenschichten zu durchbrechen hatte, dass er also unter Grauwackenschichten sich aufhielt, welche das Liegende des nordsächsischen Rothliegenden bilden, und zwar muss er hier nicht allein Gangspalten ausgefüllt haben, sondern, wie seine beträchtliche Masse lehrt, ein ganzes grosses Reservoir. Ein solches Reservoir dürfte genau den Stöcken, massiven oder typhonischen Massen der Granite entsprechen, welche von jeher ein Räthsel gewesen sind. Neuerdings sind sie mehrfach, so vor allem durch v. Richthofen und Reyer, für effusive Massenergüsse erklärt worden. Dies scheint nur theilweise richtig zu sein. Viele, wenn nicht die meisten Granitstöcke sind intrusive Massen, gleich dem in dem supponirten unterirdischen Reservoir gelagerten Granitporphyre. So schwimmen auf dem räumlich so ausgedehnten Granite von Christiania ganze Quadratmeilen silurischer Schichten, welche durch denselben metamorphosirt worden sind[1]). Von altersher sind über der Eibenstock-Karlsbader Granitpartie des sächsisch-böhmischen Erzgebirges ganze Schollen von archäischen Schiefern bekannt, und erst neuerlich hat Reyer[2]) ausgesprochen, dass die ganze Granitpartie von solchen Schiefern bedeckt gewesen sei, und dennoch ist der Granit jünger als jene Schiefer; so schweben über dem Granite des Brockens local „Hornfelse", und Aehnliches zeigen Daubrées Profile durch die Granite von Barr-Andlau, ähnliches ergaben Untersuchungen der Granite des Schwarzwaldes, jener der Shetlands. So würde sich schliesslich die Parallele vervollständigen, welche oben zwischen dem Granitporphyre und Granite gezogen wurde. Es würde der Granitporphyr vor seiner eigentlichen Eruption eine stockförmige unterirdische Verbreitung besessen haben!

Es ordnen sich die geschilderten Erscheinungen zu folgendem Gesammtbild:

Es kommt zur Eruption des Pyroxen-Quarzporphyrs. Auf der Erdoberfläche breitet er sich deckenförmig aus; die Randpartieen

[1]) Kjerulf, Udsigt over det sydlige Norges Geologi. Atlas. T. XXII.

[2]) Tektonik der Granitergüsse von Neudeck und Karlsbad. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1879, S. 435.

Digitized by Google

der Decke erkalten rasch, werden felsitisch, die Mitte langsamer und nimmt eine rein porphyrische Structur an. Langsam erkaltet er in seinem Eruptionscanale, langsamer endlich in einem unter Grauwackenschichten gelegenen Reservoir. (Stock oder Massiv?)

Als diese Erkaltungsprocesse noch im Gange waren, als die Masse der Decke noch nicht vollkommen starr, als die Ausfüllung des Eruptionscanales noch plastisch, als die Masse im Reservoir vielleicht gar noch flüssig war, wird diese letztere emporgepresst. Sie steigt theils in den Eruptionscanälen in die Höhe, verschliert sich unvollkommen mit deren Ausfüllung, theils schlägt sie besondere Wege ein, durchbricht die Grauwacke in ihrem Hangenden, umschliesst Bruchstücke derselben, injicirt sich dann in die Decke des Pyroxen-Quarzporphyrs, verschmilzt randlich mit demselben und breitet sich local um ein wenig deckenförmig aus.

In seiner Schilderung der Karlsbad-Neudecker Granitpartie erwähnt Reyer einer Erscheinung, welche mit der hier dargelegten eine Reihe von Zügen gemein hat.

Er zeigt, dass die dortigen Granite einen kuppelförmigen Bau haben, welcher sich theils in ihrer Absonderung, theils in ihrer petrographischen Beschaffenheit kundgibt. Er verfolgt gangähnliche Gebilde aus einem unteren Lager in ein oberes. Er zeigt, dass sich diese Gänge nicht scharf vom Nebengesteine abheben, sondern mit demselben verschmelzen. Er nennt sie deswegen Schlierengänge. Ihre Entstehung erklärt er folgendermassen: Der erstarrende Mantel des Granites wird den nachquellenden Massen zu enge, es entstehen Risse in ihm und in diese quetscht sich die tiefere, leichter flüssige Masse.

Nimmt man nun an, dass der Mantel des Granites demselben nicht unmittelbar auflag, sondern durch eine fremde Schicht von ihm getrennt und nur durch einen engen Eruptionsschlund mit ihm in Verbindung war, und dass nun ein reichliches Nachquellen aus der Tiefe stattfand, so musste es zu Erscheinungen kommen, wie sie hier beschrieben wurden.

Digitized by Google

V. Notizen.

Neue Minerale.

Thaumasit. Nach G. Lindström gelangten Stücke zur Untersuchung, welche zu sehr verschiedenen Zeiten auf der Bjelkegrube bei Aareskutan Jemtland, gesammelt worden sind, nämlich 1859 von Nordenskjöld (I) in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts von A. Pollheimer (II) und jetzt von G. Engberg (III). Unter diesen Umständen beweist die genaue Uebereinstimmung der Analysen ebensowohl wie die von Törnebohm ausgeführte mikroskopische Untersuchung, dass ein Mineral und kein Gemenge vorliegt. Törnebohm fand ein vollkommen homogenes Aggregat aus wahrscheinlich rhombischen Fasern.

	I.	II.	III.	Mittel.	Berechnet.
Kieselsäure	9·70	9·62	9·78	9·70	9·93
Kohlensäure	6·81	6·90	6·88	6·86	7·28
Schwefelsäure	12·59	13·12	13·34	13·02	13·25
Kalk	27·17	27·43	27·24	27·28	27·82
Thonerde	0·17	0·17	0·13	0·16	—
Natron	0·07	0·18	0·07	0·11	—
Kali	0·07	0·07	0·10	0·08	—
Chlor	0·14	0·13	0·10	0·12	—
Wasser	41·80	42·16	42·63	42·20	41·72
Magnesia	—	Spur	—	—	—
	98·52	99·78	100·27	99·53	100·00

hieraus ergibt sich die Formel:

$$CaO\ SiO_2 + CaO \cdot CO_2 + CaO\ SO_3 + 14\ H_2O.$$

Der Name wurde wegen der ungewöhnlichen Zusammensetzung gewählt. (θαυμαζω, sich verwundern.) Der Thaumasit ist weiss, schwach fettglänzend, durchscheinend, von flach muschligem Bruch. H = 3·5; Spec. Gew. = 1·877 bis 19° C. V. d. L. unschmelzbar, lockert sich aber auf, wird höckerig und färbt die äussere Flamme roth. Gibt im Kolben reichlich Wasser, oft unter Decrepitation; mit Phosphorsalz farbloses Glas mit Kieselskelett. Bei 100° entweicht das Wasser nur langsam und nicht ganz vollständig. — Nach Engberg tritt der Thaumasit als Ausfüllung von Spalten und Hohlräumen auf und ist in der Grube weich und geschmeidig, erhärtet aber bald an der Luft.

Zusammen mit diesem Mineral findet sich oft ein feinfasriges, kreideweisses mit der Härte 1·5—2·5 und mit 11·85 SiO_2, 13·31 SO_3, 25·74 CaO, 2·58 Al_2O_3 und 6·86 CO_2. Es ist augenscheinlich ein zersetzter Thaumasit; ein ganz ähnliches Produkt wird auch oft als Ueberzug auf demselben wahrgenommen. (Referat im N. Jahrb. 1880, I. Bd., 1. Heft, S. 37. Originalmittheilung steht in den Öfersigt af Kongl. Vetenskaps-Akadamiens Förh. Stockholm 1878. Nr. 9, S. 43—46.)

Digitized by Google

Mixit. Ueber das specielle Vorkommen dieses neuen Minerales schreibt Herr Bergrath A. Mixa in Joachimsthal, dem zu Ehren Herr Prof. A. Schrauf das Mineral benannt hat, Folgendes: „Dieses Mineral bricht am Geistergange am sechsten Geisterlaufe in Begleitung von Chalcolithen und Bismutit. Unter dieser Anbruchstelle (20 Meter tiefer), führt der Gang gediegen Wismuth und sind auch hierselbst die auf dem Wismuthhaltenden Tennantit aufsitzenden Walpurgine vorgekommen." Ueber den Geistergang und die zahlreichen aus der Zersetzung der Wismutherze und der Tennantite hervorgegangenen Mineralbildungen auf diesem Gange vergleiche man Vogl: Gangverhältnisse und Mineralreichthum Joachimsthals. 8°. Teplitz 1856.

Die Farbe des Mixit ist smaragdgrün bis bläulichgrün, Strich etwas lichter. H = 3—4. Spec. Gew. = 2·66. Die feinsten Fasern fast durchsichtig. Auf unreinem gelben Wismuthocker bildet er theils einen Anflug, theils unregelmässig verstreute derbe Partien und zwar entweder körnig zerfressene Varietäten oder kuglig nierenförmige Partien. Dieselben sind nur im Centrum körnig, gegen die Peripherie zu werden sie concentrisch fasrig und kryptokrystallinisch. Unter dem Mikroskop erscheinen die Fasern als sechsseitige Prismen. Als Näherungswerth für den Prismenwinkel wurden circa 55° gefunden. Da die Richtung des Exstinctionsmaximum circa 6°—9° gegen die Prismenkanten geneigt ist, so kann auf ein mono- oder asymmetrisches Krystallsystem der Fasern geschlossen werden. Zur Unterscheidung von ähnlichen Vorkommnissen dient das charakteristische Verhalten des Mixit gegen verdünnte Salpetersäure. In diese gebracht bedeckt er sich fast augenblicklich mit einem weissen glänzenden Pulver von Wismutharsenat. Die bei der Analyse befolgten Methoden sind angegeben. Die mit einem * bezeichneten Zahlen sind als ungenau zu betrachten. Die Resultate der Untersuchung sind folgende:

	I.	II.	III.	Mittel
Kupferoxyd	44·23*	43·06	42·34*	43·21
Eisenoxydul	1·52			1·52
Kalk	0·83			0·83
Bismuthoxyd	12·25*		13·90	13·07
Arsensäure	29·51	30·33*	}	30·45
Phosphorsäure	1·05		}	
Wasser	11·06	11·09	11·08	11·07
				100·15

Die resultirende empirische Formel $Cu_{20}\ Bi_2\ As_{10}\ H_{44}\ O_{70}$ würde mit den gerechneten Zahlen folgendermassen stimmen:

gerechnet:		beobachtet:	
20 CuO	44·08	43·21 + { FeO = 1·5 / CaO = 0·8	
$Bi_2\ O_3$	12·99	13·07	
5 $As_2\ O_5$	31·93	30·45	(inclus. $P_2\ O_5$)
22 H_2O	11·00	11·07	

(Groth's Zeitschr. für Kryst. und Min. Bd. IV, Heft 3, Seite 277.)

Digitized by Google

Iserit. Den Iserinkörnern von den Iserwiesen und aus dem sogenannten „Saphirflössel" bei der Kleiniser Fabrik fand J. V. Janovsky neben Spinell, Pleonast, viel Rutil, selten Niobit als neuere Vorkommen, auch ein neues Titanat beigemengt, welchem er den Namen nach seinem gemeinschaftlichen Vorkommen mit Iserin gegeben hat. Der Iserit bildet Körner von 1—2 Cm. Durchmesser. Besitzt zackigen Bruch. Spaltbarkeit unvollkommen. Einige Körner zeigten deutliche tetragonale Formen; einmal konnte deutliche Zwillingsbildung, ähnlich der am Rutil nach $P\infty$ bekannten, beobachtet werden. Farbe erinnert an Kapniker Zinkblende; in dünnen Lamellen pellucid, honiggelb, in dickern Lagen braun, Flächen oft angelaufen, spec. Gew. = 4·52. Vom Iserin unterscheidet er sich demnach durch Bruch, Volumgewicht und Farbe. Der Iserit ist nicht magnetisch. Die Zusammensetzung wurde aus 2 Analysen folgendermassen gefunden:

	I.	II.	Metallgehalt	Sauerstoffgehalt
Titansäure . .	70·03	68·99	41·39	*Ti* 27·60
Eisenoxydul . .	28·77	28·57	22·22	*Fe* 6·35
Manganoxydul .	—	1·41	1·09	*Mn* 0·32
Magnesia . . .	—	0·82	0·19	*Mg* 0·13
Niobsäure . . . / Kieselsäure . .	—	0·44	—	—
		99·73		34·40

Spuren von Fe_2O_3 wurden nachgewiesen. Werden Mangan und Magnesium auf die dem Eisen äquivalente Menge gerechnet, so erhält man die Formel $Fe\,Ti_2O_5$, welche verlangt:

$$Ti\,O_2 \;—\; 68{\cdot}96$$
$$Fe\,O \;—\; 31{\cdot}04.$$

Der Iserit ist hiernach ein saures Titanat, welches sich in chem. Beziehung an den Titanit reiht.

(Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch., Jahrg. 1879., LXXX. Bd., Heft III u. Seite 39.)

Guejarit. Dieses neue Mineral wurde von M. E. Cumenge im Districte Guejar, gelegen im Westen der Sierra Nevada, Andalusien, in einem Gange von Spatheisenstein entdeckt, der den Kupfererzgang des Schachtes Solana de Martin am Fusse des Muley-Hacen, welcher den 2% silberhaltenden Tetraëdrit führt, durchquert. Die Krystalle sind rhombisch und messen 20 Mm. in die Länge und 7 Mm. in die Breite, sind sehr glänzend und haben eine stahlgraue Farbe mit einem Stich in das Bläuliche. Härte = 3·5. Spec. Gew. = 5·03. Nach den Untersuchungen von C. Friedel treten folgende Formen auf:

(Brachydiagonale *a*, Makrodiagonale *b*) (010) herrscht vor; nach (010) herrscht auch vollkommene Spaltbarkeit; in der Zone (001) : (100), (210) (230) und (320), die Flächen der beiden letztern weniger glänzend als die der übrigen; als zweifelhaft wurden beobachtet (410), (310). In der Zone (100) : (001), (011) (013), vielleicht auch (032) und 2 nicht genauer bestimmbare Makropyramiden.

Digitized by Google

Gefunden wurden folgende Winkelwerthe:

$(110) : (1\bar{1}0) = 78^\circ\ 51'$
$(010) : (210) = 67^\circ\ 39'$
$(010) : (320) = 62^\circ\ 50'$
$(010) : (230) = 39^\circ\ 58'$
$(010) : (011) = 51^\circ\ 54'$
$(010) : (013) = 75^\circ\ 23'$

Das Axenverhältniss $a : b : c$ wäre $= 0{\cdot}8220 : 1 : 0{\cdot}7841$. Der Prismenwinkel stimmt nahe mit demjenigen des Wolfsbergit überein (79° 0'). Vor dem Löthrohre geben die Krystalle einen starken weissen Rauch, mit Soda ein Kupferkorn. Nach E. Cumenge ist die Zusammensetzung des Guejarit folgende:

Schwefel	25%
Antimon	58·5
Kupfer	15·5
Eisen	0·5
Blei	Spuren
	99·5

Die kleinen Mengen Eisen gehören eingeschlossenen Chalcopyritkryställchen an, nach deren Abzug man die Formel $2\ Sb_2\ S_3 + Cu_2\ S$ erhält. Der Guejarit steht daher auch chemisch dem Wolfsbergit ($Sb_2\ S_3 + Cu\ S_2$) am nächsten. Aeusserlich unterscheidet er sich durch seine schönen Krystalle vom Wolfsbergit; eine Verwechslung ist mit dem Antimonit möglich. (Bull. soc. min. de France Tom. II, 1879, Seite 201 und 203.)

Literatur.

A. Arzruni: Eine Kupferkiespseudomorphose von Nischnij-Tagil am Ural. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1880, p. 25.

J. P. Cooke: The atomic weight of Antimony. Proceedings of the American Academy of arts and sciences 1880, p. 251.

H. Fischer: Mikroskopisch-mineralogische Miscellen. Zeitschrift für Kryst. IV. 4, p. 362, 1880.

L. Fletcher: Krystallographic notes. Kupfer, Silber, Gold, Wismuth, Schwefel, Nagyagit, Realgar. Phil. Mag. Serie 5, Vol. 9.

Derselbe: The Dilatation of Crystalls on change of temperature. Ebenda.

F. Fouqué et A. Michel-Lévy: Minéralogie Micrographique; roches éruptives françaises. Paris 1879. Dieses umfangreiche, auf Kosten des Ministère des travaux publics herausgegebene Werk enthält auf den 508 Seiten des Text-

Digitized by Google

bandes zuerst eine Uebersicht der auf dem Gebiete der Petrographie üblichen physikalischen und chemischen Untersuchungsmethoden, in einem zweiten Theil ist eine Classification der Felsarten und eine detaillirte Beschreibung der als Gesteinsgemengtheile auftretenden Minerale gegeben. Sehr instructiv sind die 55 Tafeln des Atlas, die in prachtvoller Chromolithographie ausgeführt, Partien aus Dünnschliffen darstellen, die die einzelnen Minerale in ihrem natürlichen Gesteinsverbande zur Anschauung bringen. Das Werk gereicht in gleicher Weise der französischen Wissenschaft, wie dem französischen Buchhandel zur Ehre. B.

F. Klocke: Bemerkungen über optische Anomalien am Thallium- und Selen-Alaun, Baryumnitrat und Eis, über Aetzfiguren am Alaun, über Krystalliten desselben und der Nitrate von Baryum, Strontium und Blei und über Wachsthumsstörungen am Jodkalium. Neues Jahrb. f. Min. 1880. I.

H. Hauenschild: Untersuchungen von Schleifsteinen, Schleif- und Polirmaterialien. Mittheilungen des Technologischen Gewerbe-Museums I. Section. Wien 1880, Nr. 1, 2, 3.

H. O. Lang. Ueber die Bedingungen der Geysir. Nachrichten von der königl. Ges. d. Wiss. und der G. A. Universität zu Göttingen 1880, Nr. 6.

J. Lorié. Bijdrage tot de Kennis der Javaansche Eruptiefgesteenten. Inaugural-Dissertation. Utrecht 1879.

K. A. Lossen: Metamorphosirte Eruptiv-, beziehungsweise Tuffgesteine vom Schmalenberge bei Harzburg. Sitzber. d. Ges. naturforschender Freunde. Berlin 1880, Nr. 1.

A. Manzoni: La Geologia della Provincia di Bologna. Annuario della Società dei Naturalisti di Modena XIV. Fasc. 1.

G. Primic: Petrographische Untersuchung der eruptiven Gesteine des nördlichen Hargittazuges. Földtany közlöny, 9. Jahrg., Nr. 9—12.

E. R. Riess: Ueber die Entstehung des Serpentins. Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd. LII, 1879.

C. O. Trechmann: On a probably dimorphous form of tin and on some Crystals found with it. Mineralog. Magazin Nr. 15, 1879.

C. Vrba: Mineralogische Notizen II. 4. Vanadinit v. Obir, 5. Pyrit v. Lillschacht, Pribram, 6. Datolith v. Kuchelbad bei Prag, 7. Albit v. Kuchelbad. Zeitschr. f. Kryst. IV. 4. p. 353, 1880.

Digitized by Google

Fig. 1.

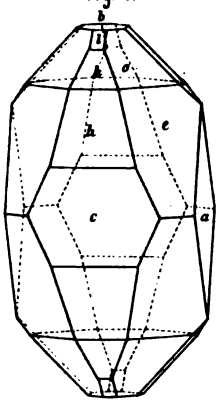


Fig. 2.

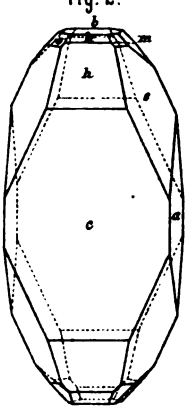


Fig. 4.

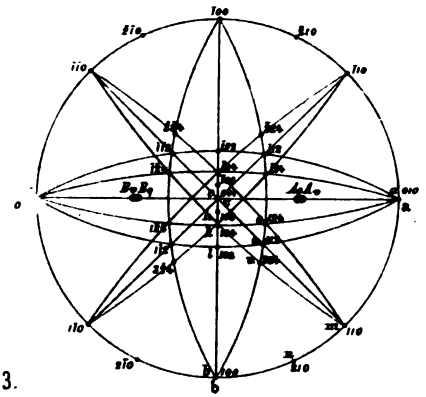


Fig. 3.

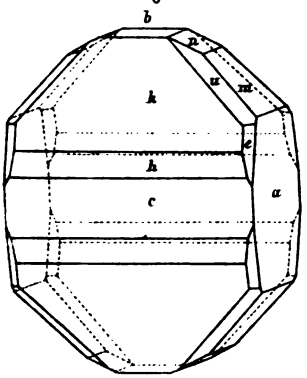
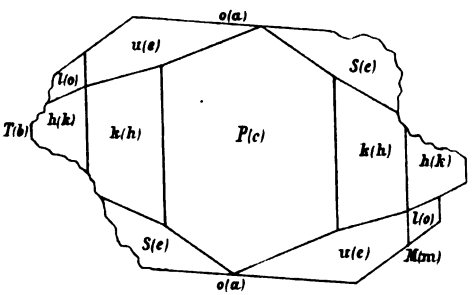


Fig. 5.



Aut. gez. Lith. Anst. v. F. Kohn in Wien.

Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft 1. Taf. I.
Verlag v. Alfred Hölder k.k. Hof u. Universitäts-Buchhändler.

Digitized by Google

Digitized by Google

VI. Mittheilungen über die krystallinischen Gesteine des Columbia-Flusses in Nordamerika und die darin enthaltenen Feldspathe.

Von **P. Jannasch** und **J. H. Kloos** in Göttingen.

Im Nachstehenden theilen wir die Resultate der analytischen Untersuchungen derjenigen Gesteine mit, deren Vorkommen und Zusammensetzung in dieser Zeitschrift, Band I. 1878, S. 389 beschrieben wurden.

Wo ihre Feldspathe isolirbar waren, sind diese sorgfältigst ausgelesen und für sich chemisch, desgleichen, so weit es thunlich war, auch optisch untersucht worden.

Die in vorerwähnter Abhandlung bereits mitgetheilten Analysen des olivinführenden Augitandesits wurden durch Trennung des Eisenoxyds vom Eisenoxydul erweitert und verbessert. Besondere Mengen dieses Gesteins wurden noch nachträglich auf Titansäure und Mangan geprüft, doch fanden sich beide nur in Spuren vor und konnten quantitativ nicht bestimmt werden.

Diese Bestimmungen sind jedoch für sämmtliche andere Gesteine ausgeführt worden.

Ueber den Gang der Analyse und die in Anwendung gebrachten speciellen Methoden zur quantitativen Ermittelung der Titansäure und des Eisenoxyduls schicken wir einige Worte voran.

Das Aufschliessen unserer Gesteine geschah in allen Fällen durch Zusammenschmelzen im Platintiegel mit der fünf- bis sechsfachen Menge chemisch reiner, calcinirter Soda. Die Alkalien wurden stets direct in besonderen Mengen durch Aufschliessen mit Fluss- und Chlorwasserstoffsäure bestimmt.

Eisen, Aluminium, Mangan, Kalk und Magnesia sind nach den üblichen Methoden getrennt worden. Es wurde aber stets der Ausfällung des Eisens und der Thonerde mit Natriumacetat der Vorzug vor derjenigen mit Ammoniak gegeben.

Digitized by Google

Abgesehen davon, dass man im letzteren Falle den Niederschlag noch einmal lösen und wieder fällen muss zur Entfernung geringer, mitgefällter Mengen von Kalk, so ist auch damit fast regelmässig ein mehr oder weniger geringer Verlust von Thonerde verbunden.

Unter gewissenhafter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmassregeln bei der Fällung mit Natriumacetat (Fällung aus verdünnter Lösung, nicht zu langes Kochen, Vermeidung eines unnützen Ueberschusses des Fällungsmittels, sofortiges Abfiltriren der noch warmen Flüssigkeit nach dem Absetzen des Niederschlags), sowie im Besitz guter Wasserstrahlpumpen, bei deren Anwendung man leicht im Stande ist, das Gemisch der basischsauren Salze mit grösseren Quantitäten kochenden Wassers in entsprechend kurzer Zeit rein auszuwaschen, muss entschieden dieser Gang als der beste und sicherste angesehen werden. Mitunter werden Spuren des Niederschlags mit durch das Filter gepresst, so dass das Filtrat schwach getrübt erscheint; da aber dieses so wie so eingedampft wird, sammelt man darnach die geringe Menge der noch in der Flüssigkeit suspendirten Flocken besonders auf einem zweiten kleinen Filterchen.

Das in dem geglühten Niederschlag von Eisenoxyd und Thonerde vorhandene Eisen wurde durch Titriren mit Kaliumpermanganat bestimmt.

Erst nach dem Nachweis von Titansäure auf quantitativem Wege entschieden wir uns zur Bestimmung des Eisens mittelst Titrirens, indem nirgends ausführliche und zuverlässige Angaben über das Verhalten eines Gemisches von Eisenoxyd, Thonerde und Titansäure gegen schmelzendes Natron aufgefunden werden konnten [1]). Das geglühte titanhaltige Eisen-Aluminiumoxyd kocht man anhaltend in einem Kölbchen mit ziemlich concentrirter Salzsäure, wobei ohne Schaden etwas völlig farblos aussehende Thonerde ungelöst bleiben kann, filtrirt, falls man dies für erforderlich hält, und fällt die Lösung mit Ammoniak.

Der erhaltene Niederschlag wird mehrere Male ausgewaschen, darauf mitsammt dem Filter in ein Becherglas gegeben, in erwärmter,

[1]) Wir gedenken bei Gelegenheit eigene Versuche über diesen Gegenstand anzustellen.

Digitized by Google

verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Flüssigkeit filtrirt und in der bekannten Weise zur Eisentitration weiter verarbeitet.

Das Mangan, welches sämmtliche der Analyse unterworfene Gesteine in geringen Mengen, bis zu 0·38% enthielten, wurde aus der essigsauren Lösung des Eisen-Thonerdefiltrates durch längeres Erwärmen der Flüssigkeit mit überschüssigem Bromwasser gefällt: der Niederschlag erwies sich stets als kalkfrei [1]).

Die Wasserbestimmung geschah entweder durch mässiges Glühen des Gesteinspulvers im bedeckten Platintiegel (Glühverlust), oder durch directe Wägung des Wassers im Chlorcalciumrohr. Zu letzterem Zwecke wurde das Mineral, fein gepulvert, in einer Kugelröhre aus böhmischem Glas abgewogen, mit dieser ein ebenfalls gewogenes Chlorcalciumrohr verbunden und darnach anhaltend lebhaft im trocknen Kohlensäurestrome erhitzt, bis sich kein Anflug von Wasser mehr im kalten Theile des Rohres zeigte. Nach dem Erkalten saugt man einige Minuten lang Luft durch den Apparat.

Zur Bestimmung der Alkalien wurden etwa zwei Gramm des feinsten Gesteinspulvers in einer kleineren Platinschale mit einem Gemisch von starker rauchender Flusssäure und concentrirter Salzsäure unter zeitweiliger Erneuerung der verdampften Säuren aufgeschlossen. Zuletzt verdampft man mehrere Male mit concentrirter Salzsäure allein (und zwar immer mit reichlichen Mengen) bis zur staubigen Trockniss. Der Inhalt der kleineren Platinschale wird dann in eine grössere, sehr geräumige Platinschale gebracht, unter vorsichtigem Kochen nach Zusatz der nöthigen Menge Salzsäure vollkommen gelöst (wobei Spuren organischer Beimengung unberücksichtigt bleiben können), mit kaustischem Ammon, Ammoncarbonat und reinem, beim Erhitzen auf dem Platinblech keinen Rückstand hinterlassenden Ammonoxalat Eisen, Thonerde, Mangan und Kalk gefällt und der entstandene Niederschlag noch einige Zeit in der bedeckten Schale gekocht, abfiltrirt und ausgewaschen. Etwaige nach dem Verdampfen des Filtrats (in einer grossen Platinschale), Forttreibung der Ammonsalze und Glühen noch zurückbleibende geringe Mengen von Magnesia entfernt man schliesslich mit Quecksilberoxyd.

---

[1]) Cf. Fresenius: Quant. Analyse, VI. Aufl., pag. 568.

Digitized by Google

Zur Sicherstellung der vollständigen Genauigkeit des obigen Verfahrens wurden im hiesigen Laboratorium noch mehrere Controlbestimmungen nach der von J. Lawrence Smith[1]) in die Mineralanalyse eingeführten Methode der Bestimmung von Alkalien in Silicaten ausgeführt, ohne dass irgendwie in's Gewicht fallende Differenzen constatirt werden konnten. Ganz gleiche Resultate ergaben auch mit einem Gemisch von Flusssäure und Schwefelsäure vorgenommene Aufschliessungen.

Die Bestimmung des Eisenoxyduls neben Eisenoxyd geschah nach der in dieser Zeitschrift[2]) ausführlich beschriebenen v. Pebal-Doelter'schen Methode. Es wurde dabei immer eine Controlbestimmung ausgeführt, welche stets zu einer sehr zufriedenstellenden Uebereinstimmung führte. Das von Doelter, zur Herstellung einer Kohlensäureatmosphäre um den auf einem eisernen Teller erhitzten (das Gemisch von Schwefelsäure, Flusssäure und Silicatpulver enthaltenden) Platintiegel benutzte durchbohrte Becherglas, kann in Ermangelung dessen zweckmässig durch den abgesprengten oberen Theil einer Standflasche aus weissem Glase ersetzt werden. Der Abschluss der Luft am unteren Rande der Glocke mittelst Sand, sowie die Erhitzung auf einem Sandbade mit freier, etwa zollhoher Flamme, erwies sich uns als vollkommen sicher und am praktischsten. Nach beendeter Erhitzung im Kohlensäurestrome, muss man den mit Wasser verdünnten Tiegelinhalt rasch abfiltriren, was nicht verabsäumt werden darf, zumal bei Silicaten, die mitunter nicht unbeträchtliche Mengen von organischen Einschlüssen enthalten. Wir haben uns aber auch gleichzeitig überzeugt, dass hierbei durch Oxydation keine Differenzen im Resultat hervorgerufen werden. In einzelnen Fällen war es, wie dies mehrere, extra angestellte Versuche constatirten, völlig gleichgiltig, ob der Inhalt des Tiegels direct in ein Becherglas entleert und sofort Kaliumpermanganat aus einer Geisler'schen Glashahnbürette zugetröpfelt wurde, oder ob man zuvor die Operation des Filtrirens und Auswaschens vornahm[3]).

---

[1]) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 159, 82. (Aufschliessen durch Glühen mit einem Gemisch von Calciumcarbonat und Salmiak).

[2]) Jahrg. 1877, S. 281.

[3]) Der Rückstand auf dem Filter hat nach dem Trocknen ein gutes

Digitized by Google

Gleichzeitige Versuche, den Eisenoxydulgehalt der Silicate nach der früher allgemein üblichen Methode durch Erhitzung des fein pulverisirten Minerals mit mässig verdünnter Schwefelsäure in zugeschmolzenen Glasröhren festzustellen, liefern total unsichere und schwankende Zahlen; wir erhielten bis zu 3% und darüber weniger Eisenoxydul als nach obigem, ganz vortrefflichem Aufschliessungsverfahren. Aufschliessungen mit verdünnter Schwefelsäure bei Gegenwart von Flusssäure in zugeschmolzenen Röhren sind vergleichsweise nicht vorgenommen worden.

Die von den vorliegenden Gesteinen ausgeführten Titansäurebestimmungen liefern einen neuen Beleg für die ungemein grosse Verbreitung dieses Elementes im Mineralreiche. Sämmtliche analysirte Gesteine enthielten dieselbe, der eine Basalt über ein Procent alle anderen Gesteine wägbare Mengen, das eisenärmste noch sicher nachweisende Spuren. Bestimmt wurde die Titansäure nach der von Knop[1]) kürzlich in Vorschlag gebrachten Methode. Obgleich diese Methode ausgezeichnet sichere Resultate liefert und bei der Bestimmung grösserer Mengen von Titansäure in Mineralien jeder anderen bislang bekannten vorgezogen zu werden verdient, so ist doch ihre Anwendung bei zahlreicheren Analysen, bei denen es sich nur um die Wägung kleinerer Quantitäten (0,1 bis 1,00%), resp. einzig und allein um den blossen Nachweis der Gegenwart von Titan handelt, leider zu zeitraubend. Für derartige Fälle erlauben wir uns hier Scheerer's Verfahren[2]) (Reduction des in der kalt gelösten Kaliumhydrosulfatschmelze enthaltenen Eisenoxyds mit Schwefelwasserstoff zu Eisenoxydul und halbstündiges Kochen der Flüssigkeit in einem Kolben unter fortwährendem Hindurchleiten von Kohlensäure) in empfehlende Erinnerung zu bringen. Die minimalen, den Gefässwänden anhaftenden, auf mechanischem Wege nicht entfernbaren Mengen von Titansäure lassen sich bequem ablösen durch Schütteln und Erwärmen mit etwas Wasser, dem man einige Tropfen Natronlauge zufügte; es wird dann mit Schwefelsäure angesäuert, einige Zeit gekocht und der Niederschlag zur

---

weisses Aussehen; er enthält indessen noch durch Salzsäure ausziehbare, nachweisbare Spuren von Eisen.

[1]) A Knop im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1876, 756 u. Zeitschrft. f. Kryst. u. Mineral. v. Groth, I., 58.

[2]) Th. Scheerer in Annalen der Chemie und Pharmacie 112, S. 178.

Digitized by Google

Hauptmenge hinzufiltrirt. Uebrigens macht auch Scheerer a. a. O. auf ein häufigeres, bis dahin wenig berücksichtigtes Vorkommen der Titansäure in Silicaten bereits aufmerksam.

Zur Titansäurebestimmung verwandten wir besonders abgewogene Mengen des Gesteinpulvers. Bei dem allgemeinen analytischen Trennungsgange von Eisen, Thonerde, Kalk und Magnesia ist nun die gesammte Titansäuremenge in dem geglühten Gemisch von Eisenoxyd und Thonerde mitgewogen worden. Da aber alles Eisenoxyd behufs Titrirung desselben mit Kaliumpermanganat der Thonerde durch anhaltendes Kochen mit Salzsäure entzogen wurde, stark geglühte Titansäure jedoch darin absolut unlöslich ist, so mussten die gefundenen Mengen von Titansäure nur bei der Thonerde in Abrechnung gebracht werden.

Bei Bestimmung so geringer Mengen von Titansäure, wie in vorliegenden Fällen, hält die aus der Sodaschmelze abgeschiedene, nur auf dem Wasserbade zur Staubtrockne gebrachte Kieselsäure nach ihrer Behandlung mit Salzsäure keine unaufgelöst gebliebene Titansäure, höchstens ganz unbedeutende Spuren davon, zurück.

Dennoch empfiehlt es sich zur Sicherheit den Eindampfrückstand reichlich mit concentrirter Salzsäure zu durchfeuchten und nach dem Zusatz von Wasser vor dem Filtriren noch einige Zeit zu digeriren.

Dolerit vom Cascadegebirge.

Vom Dolerit, der an den unteren Stromschnellen des Columbia-Flusses unter dem Basalt ansteht, und dessen ausführliche Beschreibung auf Seite 395 und 396, Jahrgang 1878 dieser Zeitschrift sich befindet, können wir jetzt die genaue chemische Zusammensetzung mittheilen. Zur Bestimmung aller Bestandtheile ausser den Alkalien, sowie einer geringen Menge Mangan, wurden angewandt 2·1102 Gr. Diese enthielten:

SiO_2	1·0032
Al_2O_3	0·4119
Fe_2O_3	0·0895
FeO	0·1467
MgO	0·1407
CaO	0·2469
TiO_2	0·0039

Digitized by Google

Zur Ermittelung der Alkalien, sowie des Mangans, dienten 1·6558 Gr. und ergaben:

Na_2O	0·0512
K_2O	0·0027
MnO	0·0030

Hieraus berechnet sich die nachfolgende procentische Zusammensetzung:

SiO_2	47·54
Al_2O_3	19·52
Fe_2O_3	4·24
FeO	6·95
MnO	0·18
MgO	6·66
CaO	11·70
Na_2O	3·09
K_2O	0·16
TiO_2	0·18
	100·22

Zwei specifische Gewichtsbestimmungen mit Material von verschiedenen Handstücken ergaben nachfolgende Zahlen:

Im ersten Falle wurden angewandt 1·3747 Substanz, welche im Pyknometer 0·4557 Wasser verdrängten bei einer Temperatur von 20°. Darnach ist das specifische Gewicht = 3·016 gefunden. Im zweiten Falle dagegen verdrängten 1·4564 Gr. 0·4942 Wasser bei 19° C. und berechnet sich hieraus das specifische Gewicht etwas niedriger, zu 2·946.

Zwei frühere Bestimmungen der Kieselsäure hatten 47·31 und 46·28% ergeben (l. c. S. 396). Im Mittel stellt sich daher der Kieselsäuregehalt dieses Gesteins auf 47·04%, eine für einen typischen, recht grobkörnigen Dolerit auffallend niedrige Zahl, welche jedoch in dem hohen Gehalt an Olivin und Magneteisen ihre Erklärung findet.

Die Analyse gibt zunächst deutliche Fingerzeige über die Natur des in diesem Gestein enthaltenen Feldspathes. Der geringe Kaligehalt beweist, was auch bereits die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass Sanidin nicht vorliegt, und der Gehalt von

Digitized by Google

3% Natron gegenüber 11·70% Kalk deutet auf einen kalkreichen und natronarmen Feldspath hin.

Um die Natur des Feldspathes genau festzustellen, haben wir mit grossem Aufwand von Zeit und Geduld aus dem grob gepulverten Gestein die Splitter der tafelförmigen Feldspathleisten ausgesucht. Wir mussten uns dabei, da von diesem Gestein überhaupt nur wenig Material vorlag, auf eine sehr kleine Quantität beschränken. Auch gelang es nicht, das Material absolut rein zu erhalten, und waren von den kleineren Krystalltrümmern die öfters an beiden Seiten der sehr dünnen Feldspathtafeln haftenden Körnchen von Olivin, Magneteisen etc. nicht immer gänzlich zu beseitigen, ohne zuviel der kostbaren Substanz opfern zu müssen. — Zur specifischen Gewichtsbestimmung nahmen wir 0·7883 Gr. Krystallfragmente und bestimmten damit dasselbe zu 2·734 bei 17° C. (Wasserverlust im Pykn. = 0·2883). Die Bestimmung der Kieselerde, Thonerde, der Kalkerde, sowie des als fremde Beimischung vorhandenen Eisens konnten mit nur 0·3423 Gr. lufttrocknem Pulver vorgenommen werden, welches enthielt: 0·1757 SiO_2; 0·1032 Al_2O_3; 0·0057 FeO und 0·0518 CaO. — Zur Alkalibestimmung wurden 0·4285 Gr. verwandt; dieselben ergaben 0·0156 Na_2O, während sich Kali nur in Spuren vorfand.

Der Feldspath besteht demnach aus:

SiO_2	51·32	Proc.
Al_2O_3	30·14	„
FeO	1·66	„
CaO	14·98	„
Ka_2O	Spuren	
Na_2O	3·64	„
	101·74	Proc.

Nach Abzug des Eisens und unter Vernachlässigung des Kalis erhält man, auf 100 berechnet, folgende Zahlen:

			Sauerstoffquotient	
SiO_2	51·28	Proc.	27·35	
Al_2O_3	30·11	„	14·06	
CaO	14·97	„	4·28	5·22
Na_2O	3·64	„	0·94	
	100·00	Proc.		

Digitized by Google

mithin Sauerstoffverhältniss = 5·84 : 3 : 1·11;
annähernd = 6 : 3 : 1.

Diesem Sauerstoffverhältniss würde die nachfolgende theoretische Zusammensetzung entsprechen:

$$\frac{1}{3}\ Na_2O + \frac{5}{3}\ CaO + 2\ Al_2O_3 + 6\ SiO_2 = Na_2O + 5\ CaO + 6\ Al_2O_3 + 18\ SiO_2;$$

in Procenten erfordernd:

SiO_2	52·94
Al_2O_3	30·29
CaO	13·72
Na_2O	3·05
	100·00

Vergleicht man die gewonnenen analytischen Resultate mit den von Tschermak für die Classe der Feldspathe festgestellten theoretischen Zahlenverhältnissen, so findet man, dass die Zusammensetzung des vorliegenden Feldspathes am besten entspricht einem Gemisch von:

1 Mol. Albit und 2 Mol. Anorthit, verlangend:

SiO_2	51·18 Proc.
Al_2O_3	31·38 „
CaO	13·66 „
Na_2O	3·78 „
	100·00 Proc.

Wir haben es daher der chemischen Zusammensetzung nach jedenfalls mit einem Feldspath der Labradorreihe zu thun, der aber bereits an der Grenze zum Anorthit steht, da er sich durch niedrigen Kieselsäure- und Natrongehalt gegenüber einem hohen Procentsatz von Thon- und Kalkerde auszeichnet.

Es wurde früher bei der mikroskopischen Untersuchung dieses Dolerites erwähnt, dass der Auslöschungswinkel zwischen zwei benachbarten Feldspathlamellen in Zwillingsstellung bei den verschiedenen Krystalldurchschnitten sehr gross sei. Der Werth des Winkels (im Mittel 60°) machte da bereits die Anwesenheit eines labradoritischen Feldspathes wahrscheinlich. Um nun das Resultat der chemischen Untersuchung auch optisch weiter zu prüfen, liessen wir

Digitized by Google

von den Herren Voigt und Hochgesang hier Schliffe anfertigen, einmal in der Richtung der schmalen Krystalldurchschnitte, die zugleich der Hauptspaltungsfläche des Feldspathes entsprechen, das andere Mal in der Richtung derjenigen Fläche, wonach sämmtliche Individuen tafelförmig ausgedehnt sind, und welcher Fläche ebenfalls eine sehr deutliche Spaltbarkeit parallel geht.

An diesen orientirten Schliffen wurden nun unter dem Mikroskop folgende Beobachtungen gemacht. Die schmalen leistenförmigen Durchschnitte zeigen sämmtlich mehr oder weniger Zwillingslamellen parallel der zweiten Spaltungsrichtung eingeschaltet; die Krystalle sind jedoch nicht über ihre ganze Erstreckung in regelmässiger Weise aus solchen Lamellen aufgebaut, denn ohne Mühe erkennt man öfters Stellen, die über einer erheblichen Breite einheitlich polarisiren. An solchen Stellen wurde der Auslöschungswinkel mit der Richtung der Lamellen bei wiederholten Messungen, sowohl mit der Kalkspath-, wie mit der Quarzplatte, im Mittel zu 10° festgestellt. In diesen Durchschnitten, parallel der *oP*-Fläche, ergab sich die Differenz zwischen den Auslöschungswinkeln zweier benachbarter Zwillingslamellen zu 25 bis 27° bei wiederholten Messungen und mit Umlegung des Präparates.

Die Schnitte parallel der breiten oder *M*-Fläche unseres Feldspathes zeigen einen sehr deutlichen zonalen Aufbau, dagegen keine Spur von Zwillingslamellen. Hier lieferten die Messungen der Auslöschungsrichtung mit der Kante $P \mid M$, oder mit den Spaltbarkeitstracen, welche derselben parallel gehen, Werthe von 23 bis 24°. Bemerkenswerth ist, dass die einzelnen concentrischen Zonen nicht genau zu gleicher Zeit auslöschen, sondern bei Drehung des Tisches erst nach einander zur völligen Dunkelheit gelangen.

Die optischen Beobachtungen befinden sich daher in Einklang mit dem Resultat der chemischen Analyse und deuten ebenfalls auf einen Plagioklas, der seiner Zusammensetzung nach zwischen Oligoklas und Anorthit steht, während die Auslöschungswerthe auf den beiden Hauptspaltungsebenen am besten mit den von Descloizeaux angegebenen Winkeln für Labrador übereinstimmen.

Digitized by Google

Hornblendeandesit vom Mt. Hood.

Zur Analyse des augitführenden Hornblendeandesits von den nördlichen Lavaströmen des Mount Hood (vorerwähnte Abhandlung S. 399 bis 401) wurden 2·0454 Gr. Substanz angewandt. Dieselben enthielten:

SiO_2	1·1872 Gr.
Al_2O_3	0·3594 „
Fe_2O_3	0·0627 „
FeO	0·0685 „
CaO	0·1498 „
MgO	0·0554 „
TiO_2	0·0048 „

ferner lieferten 1·5330 lufttrocknes Gesteinspulver:

MnO	0·0057
Ka_2O	0·0187
Na_2O	0·0593

und 1·7461 angewandte Substanz verloren an Gewicht bei Glühhitze = 0·0108 Gr. — Die procentische Zusammensetzung unseres Gesteins berechnet sich aus diesen Zahlen, wie folgt:

SiO_2	58·04 Proc.
Al_2O_3	17·57 „
Fe_2O_3	3·06 „
FeO	3·34 „
MnO	0·38 „
CaO	7·32 „
MgO	2·70 „
Na_2O	3·86 „
Ka_2O	1·21 „
TiO_2	0·23 „
Glühverlust	0·73 „
	98·44 Proc.

Eine specifische Gewichtsbestimmung mit 1·7999 Gr. Substanz, welche 0·6583 Gr. Wasser verdrängten, ergab die Zahl 2·734 bei 21° C.

Digitized by Google

In seiner Zusammensetzung nähert sich dieses Gestein der von Otto Prölss analysirten Felsarten vom Gunung Merapi und Gunung Patua auf Java[1]), mit denen es auch, Prölss's kurzer Beschreibung nach, äusserlich übereinzustimmen scheint. Prölls bezeichnete dieselben als Trachydolerit, Junghuhn hatte sie für Trachyt angesehen; so dürfte auch unser Gestein bei oberflächlicher Betrachtung leicht für einen Trachyt gehalten werden. Da von den javanischen Gesteinen leider noch keine mikroskopischen Untersuchungen vorliegen, und man nur weiss, dass sie reich an Feldspath, sowie an makroskopisch ausgeschiedener Hornblende sind, können wir auf eine weitere Vergleichung nicht eingehen.

Der Feldspath ist in unserem Andesit in grösseren, unregelmässig begrenzten Körnern enthalten, zerfällt aber, seiner grossen Zersprengbarkeit wegen, beim Zerkleinern des Gesteins weit leichter zu Pulver als die ihn umgebenden Partien. Es nahm daher auch hier viel Zeit und viel Material in Anspruch, um die nöthige Quantität für eine Analyse auszusuchen. Dieselbe konnte schliesslich mit 1·6490 Gr. ausgeführt werden, nachdem vorher noch alle trüben und zersetzt aussehenden Stückchen sorgfältig entfernt waren, so dass also nur vollkommen frisch aussehende Krystalltrümmer mit glänzenden Spaltungsflächen zur Verwendung kamen.

Das specifische Gewicht wurde zunächst mit 1·9122 Gr. kleinen Krystallfragmenten bestimmt; dieselben gaben im Pyknometer bei 18° C. einen Wasserverlust von 0·7118 Gr., und daraus berechnet sich das Gewicht zu 2·686. — Zur Analyse der Kieselsäure etc. verwandten wir 0·6526 Gr.; dieselben lieferten:

SiO_2	0·3721
Al_2O_3	0·1763
FeO	0·0114
CaO	0·0670

für die Alkalien 0·9964 Gr., ergebend:

Na_2O	0·0559
K_2O	0·0044

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1864, S. 431, 432.

Digitized by Google

woraus sich berechnet:

SiO_2	57·01 Proc.
Al_2O_3	27·01 „
FeO	1·75 „
CaO	10·26 „
Na_2O	5·61 „
K_2O	0·44 „
	102·08 Proc.

Eine frühere Alkalibestimmung (l. c. S. 400) hatte ergeben:

Na_2O	6·08
K_2O	0·42

im Mittel daher

Na_2O	5·84
K_2O	0·43

Nach Abzug des Eisens und auf 100 berechnet, erhält man die nachfolgenden Zahlen:

		Sauerstoffquotient	
SiO_2	56·82	30·3	
Al_2O_3	26·92	12·56	
CaO	10·23	2·92	4·43
Na_2O	5·59	1·44	
K_2O	0·44	0·07	
	100·00		

Sauerstoffverhältniss = 7·23 : 3 : 1·06
annähernd = 7 : 3 : 1

Dieses Sauerstoffverhältniss würde zunächst auf die nachfolgende theoretische Zusammensetzung unseres Feldspathes führen:

$$\frac{2}{3}\,Na_2O + \frac{4}{3}\,CaO + 2\,Al_2O_3 + 7\,SiO_2 = 2\,Na_2O + 4\,CaO + 6\,Al_2O_3 + 21\,SiO_2,$$

erfordernd:

SiO_2	56·63
Al_2O_3	27·73
CaO	10·07
Na_2O	5·57
	100·00

Digitized by Google

Die gefundene Menge CaO (10·23%) und Alkalien (6·03) stimmt auch in befriedigender Weise überein mit einer Mischung von 1 Mol. Albit und 1 Mol. Anorthit, welche erfordern:

SiO_2	55·43
Al_2O_3	28·49
CaO	10·35
Na_2O	5·73

Der Feldspath aus dem jüngeren Andesit des Mount Hood gehört daher ebenfalls der Labradorreihe an, ist aber reicher an Kieselsäure und Natron, dagegen ärmer an Thonerde und Kalk, wie der Labrador aus dem älteren Dolerit der Cascades, und nähert sich in seiner Zusammensetzung mehr dem Andesin.

Plagioklase von ähnlicher Zusammensetzung fand G. vom Rath in einigen Andesiten Ecuadors (Andesit von Pomasqui und von Ganglangchi)[1]. Auch die Feldspathe aus den Andesiten des Siebenbürgischen Erzgebirges, welche Doelter[2]) analysirte und beschrieb, haben zum Theil eine ganz ähnliche Zusammensetzung (Nordabhang des Rotundo, Piatra Poienitia, Suligata, Zuckerhut bei Nagyag). Doelter stellt diese Feldspathe in die Andesinreihe.

Um unseren Feldspath optisch bestimmen zu können, liessen wir wieder in zwei Richtungen Schliffe anfertigen. Hierzu wurde eine Stelle ausgesucht, welche glänzende Spaltungsflächen zeigte, da leider keine geradlinig begrenzten Individuen im Gesteine vorkommen, sondern nur unregelmässig begrenzte Körner. Der eine Schliff wurde parallel diesen Spaltungsflächen, der zweite möglichst rechtwinklig dazu angefertigt.

Die Schlifffläche parallel der hervorragenden Spaltungsrichtung zeigt nur wenige Zwillingslamellen, dagegen einen sehr schönen zonalen Aufbau, dessen verschiedentlich gefärbte Bänder und Streifen bei der Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols sehr störend wirkten für die Feststellung der Auslöschungsschiefe. Diese farbigen Zonen löschen nämlich nicht genau zu gleicher Zeit aus (wie dies ebenfalls beim Labrador des Dolerits von den Cascades der

[1]) G. vom Rath, Beiträge zur Petrographie. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875, XXVII., S. 320 u. 324.

[2]) Dr. C. Doelter, Die Trachyte des Siebenb. Erzgeb. in dieser Zeitsch. 1874, S. 13.

Digitized by Google

Fall ist) und es war dadurch unmöglich, den Auslöschungswinkel der Fläche mit der nöthigen Schärfe festzustellen. Als Mittel vieler Messungen erhielten wir etwa 4 bis 5°, und zwar mit den Spaltbarkeitstracen, die sehr deutlich beobachtet werden konnten. Diese Richtung der Spaltbarkeit als Kante $P \mid M$ angenommen, entspricht ebenfalls der Längserstreckung der zahlreich im Feldspath eingelagerten Mikrolithen.

Die Zwillingslamellen sind von den durch zonalen Aufbau herrührenden Streifen sehr wohl zu unterscheiden, indem sie letztere, welche den Umrissen des Individuums folgen und folglich eine polygonale, geschlossene Figur bilden, durchsetzen und einen völlig geradlinigen Verlauf nehmen. Sie löschen mit 5% Schiefe nach der entgegengesetzten Richtung des Hauptindividuums aus, sind daher wahrscheinlich Lamellen der nämlichen Feldspathsubstanz, welche sich mit dem Hauptkrystall in Zwillingsstellung befinden, und zwar nach dem Hauptzwillingsgesetz der Plagioklase.

Der annähernd senkrecht auf erstere Richtung geführte Schliff zeigte keine Zwillingslamellen, dagegen einen noch schärferen zonalen Aufbau, wodurch die Schiffläche bei gekreuzten Nicols aus bunten, concentrischen Schalen zu bestehen schien, die das Messen der Auslöschungsrichtung ausserordentlich erschwerten, weil sie alle etwas verschieden auslöschen. Ausserdem zerfiel die Fläche in zwei Theile, deren Auslöschungsschiefe um 10° differirte. — Der Schliff war daher entweder nicht genau in einer Ebene geführt, oder musste verschiedene Individuen getroffen haben.

Als Mittel sehr vieler Messungen an verschiedenen Stellen mit Zuhilfenahme der Quarzplatte erhielten wir für den einen Theil der Fläche eine Auslöschung von 25°, für den anderen von 14 bis 15° mit der Hauptausdehnung der concentrischen Zonen. Letztere allein ermöglichten eine bestimmte Richtung festzuhalten, indem alle Spaltbarkeitsspuren fehlten und keinerlei orientirbare Umrisse vorhanden waren.

Aus diesen Messungen ist ein sicheres Resultat leider nicht zu ziehen. Während der Auslöschungswinkel von 4 bis 5° der Hauptspaltungsfläche auf einen Feldspath der Andesinreihe deuten dürfte, oder wenigstens auf einen Labrador, der sich dem Andesin nähert (in Uebereinstimmung mit dem Ergebniss der Analyse),

Digitized by Google

konnte man aus den Messungen auf der zweiten Fläche für diese Annahme keine Stütze finden.

Vergleicht man die Analyse des Hornblendeaugitandesits mit der des daraus ausgelesenen Feldspathes, so muss es auffallen, dass erstere 1·21% K_2O anzeigt, während der Feldspath selbst nur 0·44% K_2O enthält. Hiermit in Zusammenhang steht wahrscheinlich auch der geringe Kieselsäuregehalt des Feldspathes, der 1·22% weniger beträgt, wie im Gestein. Auch Doelter fand bei der Untersuchung von Andesiten aus Ungarn und Siebenbürgen sehr häufig im Gestein mehr Kali, wie in dem darin befindlichen Feldspath[1]). Dieser Forscher hält ohne Weiteres in solchen Fällen die kleinen Feldspathleisten, welche die mikroskopische Beobachtung in der Grundmasse der Gesteine aufweist, für Sanidin, trotzdem die grösseren Einsprenglinge sich meistens als Labrador mit einem geringen Kaligehalt herausgestellt hatten. — Wir wagen es nicht zu behaupten, dass in unserem Gestein die kleinen Feldspathleisten in ihrer chemischen Zusammensetzung von den grösseren Partien verschieden seien, da sie unter dem Mikroskop genau dasselbe Verhalten zeigen[2]). Auch hat sich die Unterscheidung zwischen Plagioklas und Orthoklas, welche nur auf den Erscheinungen der Zwillingsbildung im Gesteinsdünnschliff beruht, ohne dass man orientirte Durchschnitte untersuchen kann, in letzterer Zeit immer mehr als unzuverlässig erwiesen. In unserem Falle, wo eine reichliche amorphe Basis im Gestein vorhanden ist, darf wohl mit grösserer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Grundmasse in ihren nicht auskrystallisirten Bestandtheilen den grössten Theil des Kalis enthält und zu gleicher Zeit kieselsäurereicher ist, als irgend ein anderer Bestandtheil des Gesteins. Diese Voraussetzung gewinnt noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass es nicht gelingt, bei den kleineren und kleinsten Feldspathzwillingen auch nur einen einzigen Durchschnitt zu finden, der bei einem Parallelismus der langen Kanten mit einer der Hauptschwingungsebenen des Nicols, wenn letztere gekreuzt sind, dunkel würde. Wären diese kleinen Zwillinge Orthoklas, so müssten sich doch in mehreren Schliffen auch einige Durchschnitte zeigen, die in der Zone $OP. \sim P\infty$

[1]) Diese Zeitschrift, 1874, S. 14, Anm. 3.
[2]) Diese Zeitschrift, 1878, S. 399, 400.

Digitized by Google

liegen, wie dies der Fall ist, wenn man ein Sanidingestein im Dünnschliff untersucht.

Augit-Olivin-Andesit.

Vom Augit-Olivinandesit, dessen Zusammensetzung bereits früher mitgetheilt ist, wurden, nach der in der Einleitung angegebenen Methode, noch besondere Eisenoxydulbestimmungen ausgeführt. Wir lassen hier das Resultat der vollständigen Analysen im Zusammenhang mit denen von den übrigen Gesteinen folgen:

Analyse I.

Zur Alkalibestimmung wurden 1·3342 Gr. angewandt; gefunden:

0·0118 . . . . K_2O
0·0556 . . . . Na_2O

Zur Ermittelung der übrigen Bestandtheile dienten 2·0494 Gr. Substanz, enthaltend:

1·1727 . . . . SiO_2
0·3942 . . . . Al_2O_3
0·0858 . . . . Fe_2O_3
0·0625 . . . . FeO
0.0892 . . . . MgO
0·1722 . . . . CaO

Hieraus berechnet sich die nachfolgende procentische Zusammensetzung:

SiO_2	57·22
Al_2O_3	19·23
Fe_2O_3	4·18
FeO	3·05
MnO	Spuren
MgO	4·35
CaO	8·42
Na_2O	4·16
K_2O	0·88
TiO_2	Spuren
	101·49

Digitized by Google

Analyse II.

Angewandte Substanz für Alkalibestimmung 1·5441; gefunden:

0·0169 . . . . K_2O
0·0650 . . . . Na_2O

Zur Ermittelung der übrigen Bestandtheile dienten 2·0333 mit:

1·1402 . . . . SiO_2
0·4123 . . . . Al_2O_3
0·0842 . . . . Fe_2O_3
0·0620 . . . . FeO
0·0789 . . . . MgO
0·1686 . . . . CaO

in procentischen Zahlen:

SiO_2	56·07
Al_2O_3	20·27
Fe_2O_3	4·14
FeO	3·05
MgO	3·88
CaO	8·29
Na_2O	4·20
K_2O	1·09
	100·99

Basalt von Calles.

Zur Vervollständigung unserer Untersuchungen der Columbia-Gesteine analysirten wir schliesslich noch die früher beschriebenen Basalte von Calles, am östlichen Fusse des Cascade-Gebirges. Es werden dies wohl, soviel uns bekannt, die ersten Analysen sein, welche von Basalten aus dem äussersten Westen der Vereinigten Staaten zur Veröffentlichung gelangen.

Es kamen zwei in ihrem äusseren Aussehen etwas verschiedene Gesteinsproben zur Untersuchung. Diese Verschiedenheit ist aber lediglich auf einen Unterschied in der Korngrösse der einzelnen Bestandtheile, sowie auf den mehr oder weniger zersetzten Zustand des Olivins zurückzuführen, indem die früher mitgetheilte optische Untersuchung keine durchgreifenden Abweichungen ergab. Zur Analyse wurden Stufen gewählt, welche in Bezug auf Korngrösse

Digitized by Google

am meisten von einander abstanden; und zwar bezieht sich die erste Analyse auf eine Probe, worin das blosse Auge in der schwarzen, fettglänzenden Grundmasse noch den Feldspath und den Olivin zu erkennen vermochte, und die zweite auf ein äusserst dichtes Material, worin nur der Olivin in etwas grösseren Ausscheidungen vorhanden war, allerdings theilweise bereits stark verwittert, unter Hinterlassung kleiner Hohlräume; im Uebrigen besass dieses Probestück ein recht frisches Aussehen[1]).

Analyse des körnigen Basaltes. 1·6609 Gr. lieferten:

0·8660	SiO_2
0·2361	Al_2O_3
0·0404	Fe_2O_3
9·1902	FeO
0·0063	MnO
0·0765	MgO
0·1645	CaO
0·0111	TiO_2

Ferner gaben:

1·3606 Gr. ang. S. = 0·0028 K_2O und 0·0108 Na_2O und
0·8835 „ „ „ = 0·0362 H_2O im $CaCl_2$-Rohr gewogen.

Aus diesen Zahlen berechnet sich die nachfolgende procentische Zusammensetzung.

SiO_2	52·14
Al_2O_3	14·21
Fe_2O_3	2·43
FeO	11·45
MnO	0·37
MgO	4·65
CaO	9·90
Na_2O	0·79
K_2O	0·20
TiO_2	0·67
P_2O_5 nur in Spuren nachzuweisen	
H_2O	4·09
	100·90

[1]) Cf. diese Zeitschr. 1878, S. 393 u. 394.

Digitized by Google

Das specifische Gewicht wurde mit 1·7390 Gr. Substanz (welche 0·6017 Wasser verdrängten) bei 20° C. zu 2·890 bestimmt.

Von dem dichteren Basalt ergaben 2.0258 Gr.

1·0450	SiO_2
0·2416	Al_2O_3
0·0600	Fe_2O_3
0·2645	FeO
0·0069	MnO
0·0830	MgO
0·1726	CaO
0·0026	TiO^2

und eine Menge von 2·2617 Gr.:

0·0087	K_2O
0·0217	Na_2O

Das Wasser wurde direct bestimmt und ausserdem noch der sonstige Verlust an flüchtigen Bestandtheilen bei Glühhitze ermittelt.

Die procentische Zusammensetzung berechnet sich hieraus wie folgt:

SiO_2	51·58
Al_2O_3	11·92
Fe_2O_3	2·96
FeO	13·05
MnO	0·34
MgO	4·09
CaO	8·52
Na_2O	0.95
K_2O	0·34
TiO_2	1·27
H_2O	1·52
P_2O_5	Spur
Glühverlust	0·94
	97·48

Bei der specifischen Gewichtsbestimmung verdrängten 2·0716 Gr. Substanz 0·6930 Wasser bei 23° C., woraus das specifische Gewicht 2·989 hervorgeht.

Digitized by Google

VII. Ueber die optische Orientirung der Plagioklase.

Von **Max Schuster.**

(Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten.)

I.

Historische Uebersicht.

Es gibt wohl kaum eine zweite Familie im ganzen Mineralreiche, über welche uns seit den ältesten Tagen mineralogischer Forschung bis in die jüngste Zeit eine solche Fülle der gründlichsten Untersuchungen und Beobachtungen überliefert worden wäre, als über die eben so wichtige als vielfach interessante Gruppe der Feldspathe.

Wer immer sich die Mühe nimmt, in der reichen diesbezüglichen Literatur ein wenig nachzuschlagen, der wird hier die glänzendsten Namen verzeichnet finden; die bedeutendsten Fachgelehrten haben sich um unsere Kenntniss über diesen Gegenstand verdient gemacht. Es wird ihm aber auch sofort klar werden, dass man das Capitel über Feldspathe naturgemäss in zwei Abschnitte bringen müsse. In den ersten fällt zunächst die Entdeckung der verschiedenen wichtigsten Feldspatharten.

Es genüge in dieser Beziehung daran zu erinnern, dass, während der saxum spatum (Agricola Bermannus) und der Adular schon längst gut bekannt und beispielsweise schon von Hauy das Krystallsystem richtig aufgefasst war, unsere Kenntniss der triklinen Feldspathe erst aus dem Anfange dieses Jahrhunderts datirt, — den Labradorit ausgenommen, welcher schon 1775 auf der Paulsinsel durch sein schönes Farbenspiel auffiel. Nun folgte eine Reihe monographischer Arbeiten, welche uns mit der Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit der Formen und Zwillingsbildungen der wichtigsten Feldspathe vertraut machen und über die Dimensionen und Winkelverhältnisse derselben genau unterrichten.

Digitized by Google

In gleicher Weise wendete man auch den übrigen physikalischen Eigenschaften, der Bauweise und endlich der chemischen Constitution derselben eine immer grössere Aufmerksamkeit zu; es wurden zahlreiche einschlägige Versuche und chemische Analysen angestellt, deren Resultaten man in Formeln Ausdruck zu geben suchte.

Allein bald musste man sich überzeugen, dass die schroffe Gegenüberstellung von Orthoklas, Albit, Oligoklas, Andesin, Labradorit und Anorthit den thatsächlichen Verhältnissen nicht vollkommen entsprechen könne.

Viele der neu aufgefundenen Feldspathe liessen sich mit den bereits bekannten nicht gut identificiren, man sah sich genöthigt, immer neue Species aufzustellen und es kam eine Zeit, wo man sich fast keinen anderen Ausweg wusste, als jedes neu analysirte Mineral, sofern es von den früheren verschieden befunden wurde, mit neuem Namen zu belegen.

Das Streben, dieser Verwirrung ein Ende zu machen und der Wunsch nach Vereinfachung der über vorliegenden Gegenstand herrschenden Anschauungsweise war bald allgemein.

Die Feldspathstudien, welche Tschermak unter dem Titel: „Chemisch-mineralogische Studien“ in der Sitzung am 15. December 1864 d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien (Bd. L) vorlegte, kamen daher einem dringenden Bedürfniss entgegen und waren durch die geniale Art, in welcher sie die vorhandenen Schwierigkeiten beseitigten, von geradezu epochemachender Wirkung.

Der Verfasser hat hier nicht blos auf chemischer Grundlage den speciellen Beweis (wie er selbst sagt) dafür erbracht, dass alle Feldspathe, von seltenen Ausnahmen abgesehen, nur Gemenge von drei Feldspathsubstanzen seien, welcher Gedanke, in etwas anderer Form freilich, dem gelehrten Hunt zur Ueberzeugung geworden war, nachdem Sartorius v. Waltershausen, Rammelsberg und Scheerer ihn zum Theile schon früher angedeutet hatten — er entwirft vielmehr in der erwähnten Schrift ein so klares und treffendes Gesammtbild von der ganzen Feldspathgruppe, dass es wahrlich Niemanden wundern darf, wenn seither das Interesse für die letztere wo möglich noch beständig gestiegen ist.

Digitized by Google

Da nun die neue Theorie für sämmtliche Anschauungen auf diesem Gebiete des Wissens bald von solchem Einflusse wurde, dass dieselben in Folge dessen entweder gänzlich umgestürzt oder doch wesentlich modificirt wurden, so dürfen wir wohl mit Recht sagen, mit ihrem Erscheinen habe ein neuer Abschnitt in der Geschichte der Feldspathe begonnen.

Wenn die Tschermak'sche Lehre, nach welcher die gesammten Feldspathe (zunächst nach ihrem Eigengewicht und ihrer chemischen Constitution) eine geschlossene Reihe bilden, heute fast allenthalben zur Anerkennung gelangt ist, so war es doch unvermeidlich, dass dieselbe in der ersten Zeit bisweilen missverstanden und beispielsweise mit der alten Sartorius'schen Ansicht direct verwechselt wurde; auch dürfen wir nicht vergessen, dass von Seite der Chemiker namentlich sogleich mehrfache Bedenken dagegen erhoben wurden. Diese sind nunmehr nach den von Tschermak selbst 1869 und später wiederholt, dann von Streng, Rammelsberg, König, Bunsen und endlich G. vom Rath gegebenen Erklärungen so gut als beseitigt anzusehen. Hier verdient mit besonderer Anerkennung hervorgehoben zu werden, dass G. vom Rath, welcher mit der neuen Lehre von vorneherein wenig einverstanden war, sich sofort offen für dieselbe erklärte, sobald er durch eine Reihe eigener, sehr gründlicher Untersuchungen, zuletzt an den Andesgesteinen, sich überzeugt hatte, dass in der That jede vertrauenswürdige Analyse damit in vollkommenem Einklange stehe.

Aber auch in den neueren Forschungen auf dem Gebiete der Krystallographie begegnen wir in der Folge mancher beachtenswerthen Thatsache, welche, wie sich gleich zeigen wird, ebenfalls zu Gunsten der neuen Theorie spricht, ganz abgesehen davon, dass ja die grosse Analogie in den Formen der Feldspathe überhaupt und der Isomorphismus der Plagioklase insbesondere nicht unwesentlich zu ihrer Bestätigung beiträgt. Dies gilt in hervorragender Weise von den eingehenden Studien, deren Resultate G. vom Rath in seinem höchst interessanten Aufsatze „Ueber die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspathe nach dem sogenannten Periklingesetze und über eine darauf gegründete Unterscheidung derselben“ [1])

[1]) Monatsber. der kön. Akademie der Wissensch. Berlin, 24. Febr. 1876.

Digitized by Google

seinerzeit veröffentlicht hat. Nachdem der genannte Forscher bereits früher klar erkannt hatte[1]), dass man die periklinähnlichen Zwillingsverwachsungen des vesuvischen Anorthites sich entstanden denken könne durch Drehung des einen Individuums um seine querverlaufende Axe (Makroaxe) um einen Winkel von 180°, gelang es ihm l. c. nicht nur, den Nachweis zu liefern, dass auch beim Periklin und den übrigen Plagioklasen das gleiche Gesetz zum Ausdruck komme (während Kayser u. A. für gewisse Fälle eine in der Fläche *P* zur Brachydiagonale senkrecht gezogene Linie als Zwillingsaxe annehmen wollten), — sondern auch zu zeigen, dass in krystallographischer ebenso wie in chemischer Beziehung ein allmäliger Uebergang vom Albit zum Anorthit durch eine Reihe von Zwischengliedern vermittelt werde.

Seine Untersuchungen führten nämlich auf die merkwürdige Thatsache, dass bei den Zwillingen des Periklingesetzes die Verwachsung der Individuen in der Regel gar nicht längs der Zwillingsebene erfolgt, d. h. längs jener zur makrodiagonalen senkrechten Ebene, nach welcher sie symmetrisch gebildet sind, sondern dass als Trennungsfläche der Zwillingsindividuen sehr häufig eine Ebene auftritt, welche nicht einmal einer beobachteten Krystallfläche entspricht, dagegen in ihrer Lage mit dem sogenannten rhombischen Schnitte vollkommen übereinstimmt, weshalb die auf *M* erscheinende Zwillingskante und die Trace des rhombischen Schnittes auf *M* gleiche Richtung besitzen.

Unter unendlich vielen durch die Makrodiagonale gelegten Ebenen gibt es eben nur eine einzige von der Beschaffenheit, dass auf ihr die Durchschnittslinie der linken Längsfläche und des linken Prisma's denselben Winkel einschliessen, wie diejenigen der rechten Prismenfläche und der rechten Längsfläche. Diese Ebene ist es, welche G. vom Rath als „rhombischen Schnitt" bezeichnet, und welche auch als Verwachsungsebene beim Periklingesetze auftritt. Ihre Lage gegen die Endfläche (*P*) des Krystalles wird schon von der geringsten Aenderung der Prismenwinkel, sowie des davon meist abhängigen Winkels γ (der Längsaxe mit der Queraxe) ziemlich stark beeinflusst. Es ist deshalb leicht einzusehen, dass die

[1]) Poggend. Ann. Bd. 138, S. 449 ff., Bd. 147, S. 22 ff.

Digitized by Google

Zwillingskanten auf *M*, welche nicht etwa blos eine Erscheinung der Oberfläche sind, sondern Trennungsebenen angehören, welche durch den ganzen Krystall fortsetzen, einerseits bei ein- und ausspringendem Winkel der Flächen *M*, ein eminentes Erkennungszeichen für die Verwachsung nach dem Periklingesetze bilden werden, andererseits durch ihre Neigung gegen die Kante *P*/*M* die Winkelverhältnisse der verschiedenen Plagioklase ganz besonders deutlich zum Ausdrucke bringen müssen.

G. vom Rath hat nun eine grössere Anzahl von Vorkommnissen bezüglich der Lage dieser dem rhombischen Schnitte entsprechenden Zwillingskanten auf der Längsfläche näher untersucht und ist dabei zu Resultaten gelangt, deren Uebereinstimmung mit den aus der Tschermak'schen Theorie sich ergebenden Thatsachen augenscheinlich ist.

Beim Albit fand G. vom Rath die Zwillingskanten auf *M* gegen die Verticalaxe stärker geneigt als die Kante *P*/*M*, ihren Winkel mit derselben Kante schwankend zwischen 22° (so im Albit von Kragerö und Hyposklerit von Arendal) und 13° (so an dem grossen Durchkreuzungszwillinge von Pfunders). Bei den Oligoklasen war der gefundene Winkel im allgemeinen viel kleiner, etwa 4° im Esmarkit, einem Plagioklas von Vestre Kjörrestad in Bamle und einem schönen Oligoklaskrystall von der Grube Langsev bei Arendal, während die Oligoklase von Niedermendig, Antisana, vom Vesuv und der Andesin vom Vesuv eine zur Kante *P*/*M* nahezu parallele Zwillingsgrenze zeigten. Für den Andesin würde nach G. vom Rath dieser Parallelismus überhaupt charakteristisch sein. Beim Labradorit von Vischegrad ergab sich als Resultat der Verwachsung eine Zwillingskante, die vorne steil nach abwärts geneigt ist, ganz im Sinne des Anorthites, bei welchem jedoch der Winkel derselben mit der Kante *P*/*M* bedeutend grösser ist und bis zu 16° sich erhebt.

Die Beobachtungen G. vom Rath's haben bereits von mehrfacher Seite ihre Bestätigung erfahren, worüber an anderem Orte berichtet wird.

Nachdem auf solche Weise die physikalischen, chemischen und krystallographischen Verhältnisse der Feldspathe nach und nach

Digitized by Google

eine gründliche Behandlung erfahren hatten und unsere Kenntniss in diesem Punkte gleichsam zu einem befriedigenden Abschlusse gediehen war, lag es in der Natur der Sache, dass schliesslich auch ihren optischen Eigenschaften eine immer grössere Aufmerksamkeit gewidmet wurde, je mehr bei steter Verbesserung der Methoden und Vervollkommnung der Apparate namentlich die Anfertigung von Dünnschliffen und die Untersuchung derselben im gewöhnlichen sowie im polarisirten Lichte in Aufnahme kam.

Es lässt sich in der Geschichte der Feldspathe ein ganz ähnlicher Entwicklungsgang beobachten, wie in der Wissenschaft der Mineralogie überhaupt. Dort hatte sich seit der allgemeinen Einführung und allseitigen Verwendung des Mikroskopes der Gesichtskreis der Forscher so unendlich erweitert, dass aus dem binnen kurzem zu reicher Fülle angewachsenen Materiale ein ganz neuer Zweig unserer Wissenschaft, die Petrographie, sich herausbildete, und wurde es besonders durch die grossartigen Fortschritte in dem Studium der Polarisationserscheinungen dem Blicke ermöglicht, in den innersten Bau der Krystalle tiefer einzudringen, als je zuvor.

Diese neue Richtung im Bereiche der mineralogischen Forschung musste auch auf das Studium der Feldspathe den mächtigsten Einfluss ausüben.

Zunächst war es natürlich wieder der monokline Kalifeldspath, dessen optische Eigenschaften am frühesten untersucht wurden. Schon 1862 macht Des Cloizeaux in seinem Manuel de Minéralogie[1]) zumeist auf Grund eigener Beobachtungen über die Verhältnisse der Doppelbrechung im Orthoklase eine Reihe interessanter Mittheilungen. Seiner Angabe zufolge besitzen die Sanidine von Wehr und Rockeskyll eine zweifache Orientirung der optischen Axenebene; bald sind die Axen in einer zur horizontalen Diagonale der Basis (Queraxe) parallelen Ebene gelegen, mit deutlicher Dispersion und $\rho > \upsilon$ (erster und häufigster Fall), bald in der Symmetrieebene selbst, wo dann geneigte Dispersion und $\rho < \upsilon$ zu beobachten ist (zweiter Fall).

Ein ähnlicher Gegensatz soll auch zwischen den klaren und durchsichtigen Stellen des Adulars vom St. Gotthard, welche die

[1]) Manuel de Minéralogie. 1862, S. 330 u. ff.

Digitized by Google

erstere Orientirung zeigen, und zwischen den trüben halbdurchsichtigen weisslichen Partien desselben Minerales bestehen.

Ueber die stets negative Bissectrix sagt Des Cloizeaux, dass sie ihre Lage senkrecht zur horizontalen Diagonale der Basis und circa 5° gegen die Klinodiagonale geneigt in beiden Fällen beibehält.

Zugleich werden die darüber ähnlich lautenden Angaben Angström's und M. Heusser's an genannter Stelle angeführt.

Des Cloizeaux theilt sodann eine Reihe höchst beachtenswerther Beobachtungen mit über den Einfluss der Temperatur auf die Grösse des Axenwinkels, welche er insbesondere an den Sanidinen von Wehr und Rockeskyll zu machen Gelegenheit hatte.

Wir entnehmen daraus, dass der Winkel der optischen Axen, welcher überhaupt an verschiedenen Platten (des Adulars von St. Gotthardt, des Mondsteins, des glasigen Feldspathes von Wehr) verschieden gross gefunden wurde, sogar für dieselbe Platte diesen Werth nur so lange beibehält, so lange die Temperatur sich nicht ändert, so zwar, dass die Axen, wenn sie in einer zur horizontalen Diagonale parallelen Ebene liegen, bei erhöhter Temperatur sich nähern. Im Falle der Winkel nur 20—30° beträgt, kann derselbe demnach für eine gewisse Temperatur leicht gleich Null werden. Bei weitergehender Erhitzung kämen die Axen dann in die Symmetrieebene zu liegen, wo sie dann unter gleichen Umständen immer mehr auseinandergehen. Diese Veränderungen seien blos temporär, solange die angewandte Temperatur 500° nicht überschreitet, die Krystallwinkel scheinen sich dabei überhaupt nicht merklich zu ändern.

Da nun an derselben Stelle den vorstehenden Beobachtungen noch eine weitere Anzahl von numerischen Daten über die Grösse der Axenwinkel und der (Haupt-) Brechungsindices der Orthoklase bei den verschiedensten Temperaturen, theils von M. Heusser, theils von Des Cloizeaux selbst herrührend, beigefügt sind, so erscheint damit in der That schon damals ein ziemlich vollständiges Bild der optischen Verhältnisse des Orthoklases gegeben.

Digitized by Google

In ähnlicher Weise hat übrigens auch Ch. E. Weiss[1]) eine grosse Reihe von orthotomen Feldspathen optisch untersucht und dieselben in Folge dessen in analoge und antiloge eingetheilt. Analoge nennt er diejenigen, wo der spitze Winkel der optischen Axen mit der Temperatur wächst und abnimmt und antiloge diejenigen, welche die entgegengesetzte Erscheinung zeigen. Dabei unterscheidet er ihr optisches Verhalten in ein generelles und individuelles. Zu dem letzteren gehören z. B. die Lage der optischen Axen und ihr Winkel, ferner die Empfindlichkeit des Krystalles gegen den Einfluss der Wärme, sowohl in Beziehung auf die vorübergehenden, wie dauernden optischen Modificationen, also auch die Temperaturgrenze, bei welcher diese Veränderungen permanent werden etc.

Zu dem generellen Verhalten rechnet er z. B. den negativen Charakter der Doppelbrechung, die Erscheinung, dass bei antilogen Feldspathen die Axenebene zur Symmetrieebene senkrecht steht, dass, wo beide Perioden vorhanden, die antiloge stets vorangeht etc. Unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse hat Weiss auf die Temperaturgrade, denen die Feldspathe in den verschiedensten Gesteinen ausgesetzt gewesen sein mögen, und daraus auf die Entstehung und Geschichte dieser Gesteine interessante Schlussfolgerungen gezogen.

Ungleich schwieriger gestaltete sich das optische Studium der Plagioklase und obgleich gerade die Frage nach ihrem gegenseitigen optischen Verhalten den Mittelpunkt alles Interesses bilden musste, seitdem durch die Tschermak'sche Theorie erwiesen war, dass wir es hier mit einer Reihe von isomorphen Verbindungen zu thun haben, welche in allen übrigen Verhältnissen vom Anfang bis zum Ende einen vollständigen Uebergang erkennen lassen, und obgleich ferner jenes Studium, namentlich für den Petrographen, welcher es täglich und stündlich mit Krystalldurchschnitten der verschiedensten Feldspathe zu thun hat, voraussichtlich von grösster Wichtigkeit war, schritt doch die Erkenntniss auf diesem

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866.

Siehe auch H. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie. Stuttgart 1873, S. 325.

Digitized by Google

Gebiete verhältnissmässig nur langsam vorwärts, insbesondere in Folge der complicirten Zwillingsbildung der triklinen Feldspathe.

Des Cloizeaux hat auch hier sich unstreitig die grössten Verdienste erworben, indem er in jenem seither so oft citirten und viel besprochenen Aufsatze: „Sur les propriétés optiques biréfringentes caractéristiques des quatre principaux Feldspaths tricliniques, et sur un procédé pour les distinguer immédiatement les uns des autres [1])", die Grundlage schuf, auf welche alle späteren Forschungen über die optischen Eigenthümlichkeiten der Plagioklase sich stützen.

Wenngleich sich noch öfter Gelegenheit ergeben wird, auf die Details dieser wichtigen Arbeit zurückzukommen, dürfte es doch der Uebersichtlichkeit wegen sich empfehlen, schon an dieser Stelle in gedrängter Kürze jene Punkte daraus hervorzuheben, auf welche Des Cloizeaux selbst das Hauptgewicht legt.

Anknüpfend an die Schwierigkeiten, welche dem Mineralogen und Geologen sich entgegenstellen, wenn er blättrige Massen oder unvollkommene Krystalle eines triklinen Feldspathes vor sich hat und denselben bestimmen soll (indem einerseits der Charakter der Angreifbarkeit oder Widerstandsfähigkeit gegen Säuren wohl zwischen Albit und Anorthit zu unterscheiden gestatte, nicht aber zwischen Labradorit und Oligoklas, welche beide von Säuren ebenfalls angegriffen werden, sobald nur das verwendete Pulver fein genug und die Einwirkung lange genug ist, indem andererseits in Folge zahlreicher mikroskopischer Einschlüsse und Beimengungen fremder Substanzen eine chemische Analyse auch nicht immer zulässig erscheint), weist der Verfasser im Eingange jener Schrift darauf hin, dass er in dem optischen Verhalten der Plagioklase derartige Verschiedenheiten gefunden habe, dass man durch blosse Betrachtung von Spaltblättchen nach der Längsfläche, sobald diese nur dünn und durchsichtig genug seien, im polarisirten Lichte Albit und Oligoklas mit Leichtigkeit, Labradorit und Anorthit freilich etwas schwerer unterscheiden könne.

Des Cloizeaux hatte nämlich von Feldspathen der verschiedensten Fundorte eine Anzahl von Schliffen senkrecht auf die

[1]) Annales de Chimie et de Physique, 5. serie, t. IV., 1875.

Digitized by Google

„spitze Bissectrix" der optischen Axen angefertigt und an diesen sowohl die Lage der Axenebene, als auch die Grösse des Axenwinkels, die Dispersion und das Zeichen der Doppelbrechung für die „vier hauptsächlichsten triklinen Feldspatharten" ermittelt und war zu den folgenden Resultaten gelangt.

Für Albit fand er, dass die optische Axenebene die Längsfläche in einer Linie schneide, welche mit der Kante *P*/*M* einen Winkel von circa 20° einschliesst; die „Bissectrix des spitzen Winkels" sei gegen die scharfe Kante *P*/*M* hin geneigt, ihr Verhalten stets positiv; um 45° gegen die Polarisationsebene gedreht, zeige das Plättchen $\rho < \upsilon$ und eine merklich geneigte Dispersion (das eine Ringsystem in lebhafteren Farben).

Beim Oligoklas sei die Axenebene der Kante *P*/*M* parallel gelegen. Hier beobachte man die merkwürdige Thatsache, dass die „positive Bissectrix" ihre Lage im Krystall (gegen die stumpfe Kante *P*/*M* geneigt) stets beibehält, dass jedoch der ihr anliegende Axenwinkel bald spitz bald stumpf gefunden werde, je nachdem man die Platten wählt.

Parallel und senkrecht zur Polarisationsebene sei gedrehte, mit sehr schwacher geneigter Dispersion, unter 45° dazu $\rho < \upsilon$ erkennbar.

Im Labradorit, so heisst es weiter, müsse man die stumpfe Kante zwischen *P* und *M* abstumpfen, um Platten zu erhalten, welche senkrecht zur „spitzen Bissectrix" stehen; hier sei letztere stets positiv. Umgekehrt wie beim Albit und Oligoklas dagegen $\rho > \upsilon$ und in der Polarisationsebene sehr deutliche gedrehte Dispersion zu bemerken. Der Schnitt der Ebene, welche die optischen Axen enthält, mit der Längsfläche, bilde mit der Kante *P*/*M* einen Winkel von 27°.

Ueber den Anorthit endlich sagt Des Cloizeaux, dass sich die Lage der „spitzen Bissectrix", welche hier immer negativ ist, nicht genau mit Bezug auf die Krystallform bestimmen lasse, doch haben die zu ihr und der Axenebene senkrechten Platten jedenfalls eine sehr schiefe Lage zur scharfen Kante *P*/*M*. Dagegen gibt er an, dass die Axen für verschiedene Farben eine ganz ähnliche Dispersion besitzen, wie im Albit; auch hier sei $\rho < \upsilon$ und durch lebhaftere Färbung des einen Ringsystems geneigte

Digitized by Google

Dispersion deutlich ausgesprochen. Der Schnitt der Längsfläche und der Axenebene sei 30° 8′ gegen die Kante *P*/*M* geneigt.

Auf Grund der eben angeführten Beobachtungen gelangt Des Cloizeaux nun zu folgendem Schlusse:

Da die Untersuchungen von Senarmont über die beiden Seignettesalze den Beweis geliefert haben, dass die optischen Eigenschaften eines gemischten Salzes schwankend seien, und demjenigen des herrschenden Gemengtheiles sich nähern, letzteres aber in Folge der vorstehenden Beobachtungen vom Labradorit nicht behauptet werden könne, weil dieser durch die Art seiner Dispersion sowohl zum Albit, als auch zum Anorthit im Gegensatz stehe, dem Charakter der spitzen Bissectrix nach zum ersten Gliede der Reihe hinneige, dagegen in chemischer Beziehung dem Endgliede sich nähere, so dürfe der Labradorit nicht als das Product einer Mischung der genannten beiden Feldspathsubstanzen angesehen werden, wie dies die Tschermak'sche Theorie verlangt.

Desgleichen machen es die Erscheinungen, welche man beim Oligoklas in polarisirtem Lichte wahrnehme, und welche viel mehr an den Orthoklas, als an alle anderen Feldspathe erinnern, im hohen Grade wahrscheinlich, dass auch dieser eine eigenthümliche Species bilde, während der Andesin nach allen bisherigen Beobachtungen nur ein veränderter Oligoklas zu sein scheine.

Diese merkwürdigen Resultate mussten schon an und für sich allgemein überraschen, besonders, da man sie a priori wohl schwerlich erwartet hätte.

Gegen die von Des Cloizeaux daran geknüpften Schlussfolgerungen wurde indess alsbald von mehrfacher Seite berechtigter Widerspruch erhoben. So war die besprochene Arbeit des französischen Forschers der Gegenstand einer ziemlich lebhaften Discussion zwischen ihm und Herrn M. Bauer, welche schon kurz nach dem Erscheinen derselben ihren Anfang nahm [1]).

Indem der letztgenannte Forscher [2]) den hohen Werth und die Wichtigkeit der von Herrn Des Cloizeaux mitgetheilten optischen

[1]) Gelegentlich der Deutung von Tschermakit-Analysen. Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. 1875, S. 239.

[2]) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875, S. 919.

Digitized by Google

Untersuchungen vollkommen anerkannte und würdigte, wendete er sich in kurzen Worten zunächst gegen den der Tschermak'schen Theorie hier gemachten Einwurf, mit dem Hinweise darauf, dass der Satz erst bewiesen werden müsse (was nicht eben leicht gelingen dürfte), ob das Beispiel der beiden Seignettesalze in der That für alle Fälle isomorpher Substanzen massgebend sei, bevor man aus dem Verhalten der Plagioklase im polarisirten Lichte, wie immer dieses sein mag, sich einen Schluss erlauben dürfe, ob dieselben wirklich isomorphe Mischungen seien oder nicht.

Aber selbst die Richtigkeit obigen Satzes zugegeben, kann M. Bauer keine besonderen Schwierigkeiten gegen die Theorie in den angeführten Resultaten entdecken. Der Charakter der Doppelbrechung sei jedenfalls sehr wenig von Einfluss, da es ja Krystalle gebe, wo auf einer und derselben Platte beide Arten von Doppelbrechung + und — vorkommen.

Im Uebrigen zeigen Albit, Anorthit, Labrador keine grösseren optischen Unterschiede, als zuweilen die verschiedenen Krystalle einer und derselben Species, z. B. des Phlogopites[1]) (Glimmer mit kleinem Axenwinkel), wo sowohl die Axenebene mitunter verschieden orientirt sei, als auch unabhängig davon verschiedene Arten der Axendispersion $\rho \gtrless \upsilon$ vorkämen.

Früher bereits hatte Des Cloizeaux in einer an G. vom Rath gerichteten brieflichen Mittheilung[2]) den von ihm in der Feldspathfrage eingenommenen Standpunkt dahin präcisirt, dass er im Gegensatze zu Tschermak zur Ansicht gewisser französischer organischer Chemiker[3]) (wie Friedel) hinneige, weil diese sich besser den optischen und krystallographischen Eigenthümlichkeiten jeder Species anzuschliessen scheine, während „Chimiquement les deux explications peuvent rendre compte des faits".

Gegenüber diesem letzten Ausspruche sah G. vom Rath sich veranlasst, l. c. neuerdings hervorzuheben, dass die durch eine

---

[1]) Des Cloizeaux, Nouvelles recherches, S. 588.

[2]) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1875, S. 398.

[3]) Wonach die triklinen Feldspathe sich in folgender Weise auseinander ableiten würden: Anorthit + SiO_2 = Labrador, *Labr.* + SiO_2 = Andesin, *And.* + SiO_2 = Oligoklas, *Olig.* + SiO_2 = Albit.

Digitized by Google

sehr grosse Anzahl sorgsamer Analysen erwiesenen, unbestreitbaren Thatsachen, — dass mit wachsendem Gehalte an Kieselsäure in den Kalknatron-Feldspathen auch das Natron steigt, während der Kalkgehalt abnimmt und umgekehrt, und dass ferner die Sauerstoffproportion $(CaO + Na_2O) : Al_2O_3$ stets $= 1 : 3$, während unter gleichen Umständen die Proportion der Kieselsäure einem einfachen Verhältnisse nicht entspricht, dass es endlich weder einen kalkfreien Oligoklas, noch einen natronfreien Labrador gebe, — sich mit jener von Des Cloizeaux bevorzugten Ansicht durchaus nicht vereinigen lassen, während sie der Tschermak'schen Theorie zur Grundlage dienen.

Sodann erklärt sich G. vom Rath ebendaselbst gegen die von dem genannten Forscher auf Grund seiner optischen Untersuchungen aufgestellte Behauptung, dass der „Andesin" bloss als ein veränderter Oligoklas anzusehen sei, indem er daran erinnert, dass nicht allein schon früher für eine Reihe von vollkommen frischen und unverwitterten Plagioklasen (u. a. durch Sandberger, Doelter) die Andesinmischung nachgewiesen wurde, sondern er selbst auf dem Wege der Analyse erst kürzlich sich wieder überzeugt habe, dass in der That Andesin diejenige constituirende Varietät der Kalknatron-Feldspathe sei, welche mehrere der ausgezeichnetsten Vulkane des ecuadorischen Hochlandes zusammensetzt [1]).

Wie nach dem Vorausgehenden einerseits M. Bauer sich wesentlich darauf beschränkt hatte, die Berechtigung der von Des Cloizeaux aus dessen Beobachtungen gezogenen Schlüsse durch theoretische Gründe zu widerlegen, [2]) so sind andrerseits die von G. vom Rath l. c. dagegen erhobenen Einwände rein chemischer Art, indem er mit folgenden Worten schliesst:

---

[1]) Siehe G. vom Rath, Ueber einige Andesgesteine. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875, pag. 295.

[2]) Anmerkung während des Druckes. Aus der ausführlichen Behandlung des vorliegenden Gegenstandes dürfte Prof. Max Bauer entnehmen, dass ich ihn vollkommen richtig aufgefasst habe und dass mit dem obenstehenden, sowie mit dem wegen seiner Kürze allerdings etwas undeutlichen Satze S. 2 meines Auszuges blos gesagt sein soll, dass Prof. M. Bauer einen Einwand nicht gegen die experimentellen Resultate, sondern die theoretischen Schlussfolgerungen von Des Cloizeaux erhoben habe. (Siehe das Referat im Neuen Jahrbuch f. Min. etc. 1880. II. p. 148.)

Digitized by Google

„Es bedarf kaum der Versicherung, dass durch vorstehende Bemerkungen der hohe Werth der optischen Untersuchungen der Plagioklase durch Herrn Des Cloizeaux nicht im Geringsten bezweifelt werden soll. Dieselben mahnen lediglich zur Vorsicht, die optischen Untersuchungen nicht als einzige Richtschnur bei Beurtheilung so schwieriger und verwickelter mineralogischer Fragen anzusehen."

In der That liess sich nicht leugnen, dass die von Des Cloizeaux vorgebrachten Thatsachen, wenn auch nicht im Stande die vielgenannte Theorie umzustossen, ebenso wenig geeignet seien, dieselbe zu bekräftigen und zu unterstützen oder ihr neue Anhänger zu gewinnen.

Im folgenden Jahre veröffentlichte Des Cloizeaux sein „Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques et la composition chimique du microcline, nouvelle espèce de Feldspath triclinique a base de potasse[1])", wodurch die Reihe der bisher bekannten Feldspatharten um ein höchst eigenthümliches Glied, den Mikroklin, vermehrt wurde, welcher in gewisser Beziehung einen Uebergang zwischen Orthoklasen und Plagioklasen vermittelt, insofern er nämlich mit der chemischen Constitution der ersteren, das trikline System der letzteren vereinigt.

Allerdings darf nicht übersehen werden, dass bereits Breithaupt 1830 gleichsam „divinatorisch", wie Des Cloizeaux selbst sagt, diese Species eines triklinen Kalifeldspathes zum Theile an solchen Feldspathen, die auch heute als Mikroklin anerkannt sind, aufgestellt hatte und dass ferner von ihm sowie von späteren Beobachtern[2]) an gewissen Kalifeldspathen, namentlich an den Amazoniten Abweichungen in den Winkeln *PM*, *Tl*, *TM*, *lM*, *PT*, *lP* nachgewiesen wurden, worin dieselben sich sehr merklich vom Adular entfernen; doch gelang es erst Des Cloizeaux in der eben citirten schönen und ausführlichen Arbeit, wo er gleichsam den „Etat civil" des Mikroklin's monographisch darzustellen bemüht

---

[1]) Annales de Chimie et de Physique, 5. serie, t. IX, 1876.

[2]) Man sehe Tschermak, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1864, L. Bd.

Ferner A. Weissbach, Neues Jahrb. f. Geol. u. Min. 1876, pag. 935.

Desgleichen hat Tschermak bereits damals l. c. am Feldspath von Sangangarsok die regelmässige Verwachsung von Albitlamellen mit Zwillingsstreifung mit Kalifeldspath constatirt.

Digitized by Google

war, die thatsächliche Exsitenz eines solchen triklinen Kalifeldspathes über allen Zweifel zu erheben, nachdem er in seinem optischen Verhalten auf der Endfläche ein Mittel entdeckt hatte, dessen Vorhandensein selbst da mit verhältnissmässiger Leichtigkeit zu erkennen, wo der krystallographische Charakter, nemlich der um wenige Minuten vom Rechten abweichende Spaltungswinkel P / M — wie dies in der Regel der Fall ist — wegen Unvollkommenheit der betreffenden Flächen sich nicht mit Sicherheit constatiren lässt.

Grösstentheils auf optischem Wege und mit Hilfe eines überaus reichlichen Materiales (er spricht von 45 Proben verschiedener Fundorte und fast zahllosen Beobachtungen an mehr als 200 Platten) war es ihm gleichzeitig möglich, die überaus weite Verbreitung und ausserordentliche Häufigkeit des Mikroklin nachzuweisen, wovon man bisher keine Ahnung hatte.

Da ihm die mikroskopische Untersuchung von Blättchen parallel den beiden Hauptspaltungsflächen im parallel polarisirten Lichte beim Orthoklas und Mikroklin so überraschende Resultate ergeben hatte, so war es nur natürlich, dass Des Cloizeaux dieselbe Methode auch zur Unterscheidung von Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit anzuwenden versuchte.

Im Anschlusse an seine Arbeit „Ueber den Mikroklin" sind demzufolge zahlreiche Angaben über die Grösse der Auslöschungsschiefe gegen P / M, auf Grund von an Schliffen oder Spaltungsblättchen der verschiedensten Plagioklase (parallel M und P) gemachten Beobachtungen mitgetheilt; leider ist die Orientirung dieser Auslöschungsschiefe in den wenigsten Fällen angegeben. Des Cloizeaux spricht sich bezüglich der Anwendbarkeit der Methode eingangs dieser Mittheilung [1]) dahin aus, dass man namentlich dort, wo es sich darum handelt, blättrige Massen von Albit und Labradorit auf diesem Wege zu unterscheiden, eine gewisse Vorsicht sich auferlegen müsse und abgesehen von jeder chemischen Analyse nur dann vollständige Sicherheit erlangen könne, wenn man gleichzeitig auf die Charaktere der Doppelbrechung Rücksicht nimmt — wie sie derselbe Forscher in seinem oben erwähnten „Mémoire sur les propriétés biréfringents caractéristiques des quatre principaux Feldspaths tricliniques etc." angegeben hat. Des Cloizeaux be-

[1]) S. 43. Extrait des Annales de Chimie et de Physique, 5. serie, t. IX, 1876.

Digitized by Google

schränkt sich l. c. darauf, diese Ergebnisse ohne weitere Bemerkungen für oder gegen die Theorie von Tschermak einfach mitzutheilen; nirgends findet sich eine Andeutung, dass er diesbezüglich seine Meinung geändert hätte; andererseits betont er vom Andesin ausdrücklich, dass er gegenüber dem Oligoklas keine Verschiedenheit in seinem optischen Verhalten habe constatiren können, ausser etwa den im allgemeinen grösseren Winkel der Auslöschungsschiefe auf *M*.

Bereits ein Jahr nach dem Erscheinen der Arbeiten von Des Cloizeaux war Michel Lévy in Paris bestrebt, durch seine Schrift „Del 'Emploi du Microscope Polarisant à lumière parallèle pour l'etude de roches éruptives" die von jenem Forscher über die Feldspathe gelieferten Daten für die Petrographie nutzbringend zu verwerthen. Michel Lévy hat nämlich die Beziehungen zwischen dem Winkel (y) der Auslöschungsschiefe auf irgend einem Schnitte einer bestimmten Zone mit der Zonenaxe (Zonenkante) und zwischen dem Winkel (x) des betreffenden Schnittes mit einer jener beiden derselben Zone angehörigen Ebenen, welche durch die Hauptauslöschungsrichtungen in einer zur Zonenaxe senkrecht geschnittenen Platte bestimmt sind, in Form einer Gleichung auszudrücken gesucht und dieselbe für verschiedene specielle Fälle wie auch allgemein discutirt.

Indem er die Lage der optischen Axen im Krystalle mit Bezug auf die Plattennormale und auf die Zonenaxe, sowie die Grösse des wahren Axenwinkels als bekannt voraussetzt, stützt er sich dabei hauptsächlich auf den bereits von Fresnel ausgesprochenen Satz, dass die Polarisationsebenen der beiden durch die Doppelbrechung in einem zweiaxigen Krystallblättchen entstehenden Wellen den Winkel der gleichzeitig durch die Normale der eintretenden Welle und durch je eine der optischen Axen gelegten Ebenen halbire.

Die auf dem Wege des Calculs gefundenen Formeln finden in einem zweiten Theile der Schrift ihre praktische Anwendung auf die Untersuchung von Amphibol, Pyroxen, Epidot, Sphen, Orthoklas und endlich auf einige trikline Feldspathe.

Allein so werthvoll und interessant diese mathematische Behandlung der obenerwähnten Verhältnisse vom theoretischen Standpunkte aus jedenfalls ist, bleibt doch, was die Plagioklase und

Digitized by Google

speciell alle jene Feldspathe der Oligoklas-Anorthitreihe betrifft, welche sich in ihrem optischen Verhalten vom monoklinen Typus sehr entfernen, zunächst die Frage zu beantworten, ob unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand bereits weit genug vorgeschritten sind und ob die Plagioklase, da sie eine geschlossene Reihe bilden, überhaupt geeignet sind, eine praktische Anwendung jener Methode der Untersuchung von Schnitten, die in gewissen Zonen liegen, erfolgreich zu gestalten.

Wie weit das von Michel Lévy l. c. angestrebte Ziel, die Feldspathe auf diese Weise in Dünnschliffen zu bestimmen, eine Berechtigung hat, wird später erörtert werden.

Gleich hier muss übrigens hervorgehoben werden, dass Michel Lévy in der Auffassung der Plagioklase sich dem Herrn Des Cloizeaux vollständig anzuschliessen scheint und dass er dessen Angaben ohne irgend welche darauf bezügliche Bemerkung, aber auch ohne kritische Prüfung, das heisst auch mit den ihnen etwa anhaftenden Irrthümern, seinen Rechnungen einfach zu Grunde legt.

Als auffallendes Beispiel, welche Widersprüche auf diese Weise entstehen können, möge jene Stelle seiner Schrift, die über die optische Orientirung des Labradorits handelt, im Folgenden herausgegriffen werden. Seite 465 l. c. heisst es nämlich: „Die Ebene der optischen Axen scheint nicht in allen Arten von Labradoriten eine fixe Lage zu besitzen; M. Des Cloizeaux ist der Meinung, dass dieser Feldspath in zwei verschiedene Classen geschieden werden könne, die eine unter einem kleineren Winkel auf der Fläche g_1 (M) nämlich unter 17° gegen die Kante pg_1 (010.001) auslöschend, die andere unter 27°. Wir müssen also ZC[1]) nacheinander gleich 17° und 27° annehmen.“

„Die Trace der Ebene der optischen Axen auf g_1 (M) erhebt sich übrigens immer von vorn nach hinten, umgekehrt wie beim Mikroklin und Albit.“

„Der Winkel der optischen Axen ist seinem absoluten Werthe nach bis jetzt nicht bestimmt. Wenn man die oben angegebene

---

[1]) Dies ist nach der Zeichnung Fig. 59, Pl. X. der Bogen jenes Winkels unter dem die Trace der Axenebene auf M gegen die Kante P/M geneigt ist.

Digitized by Google

Lage für die Bissectrix beibehält[1]) und einen Werth $ZC = 17°$ annimmt, so setzt eine Auslöschung von 5° gegen die Kante pg_1 auf der Endfläche p einen Werth des Axenwinkels von $2V = 46°$ voraus. Für $ZC = 27°$ und $2V = 46°$ wäre die Auslöschungsschiefe der Fläche p 4° 45′ gegen pg_1. Um grössere Werthe z. B. nahe 7° zu erhalten, müsste man einen noch viel kleineren Axenwinkel voraussetzen, wenn man zugibt, dass die Bissectrix immer dieselbe Lage hat, wie sie M. Des Cloizeaux bestimmt hat."

Dieser Darstellung des Gegenstandes liegt offenbar ein Missverständniss zu Grunde, wie schon daraus hervorgeht, dass sämmtliche von Des Cloizeaux untersuchten Labradorite einen wenig schwankenden, blos zwischen den Werthen $2Ha = 84° 23'$ und 89° 10′ liegenden Axenwinkel besitzen, trotz der angeführten Auslöschungsschiefe auf M und einer den Werth von 6° noch bisweilen übersteigenden auf P. Bei Mittheilung der eigenen Beobachtungen über das optische Verhalten der Labradorite wird sich Gelegenheit finden, auch auf die Ursache dieser scheinbaren Widersprüche zurückzukommen.

Die Verwerthung der von Michel Lévy unter anderem auch für gewisse Zonen der Orthoklase und einiger trikliner Feldspathe berechneten und graphisch dargestellten Auslöschungscurven setzt die Möglichkeit voraus, in gegebenen Schliffen nicht nur diese Zonen wiederzuerkennen, sondern auch die Lage der betreffenden Fläche gegen typische Flächen der Zone, mithin auch der Krystallform wenigstens beiläufig feststellen zu können.

Die Lösung dieser Aufgabe sucht in einer bald darauf erschienenen Arbeit M. Thoulet[2]) einigermassen zu erleichtern, welcher auf dem Wege der Rechnung die Aenderungen bestimmt hat, denen die Winkel der Tracen der Spaltungsebenen auf Schnitten der wichtigsten Zonen im Pyroxen, Amphibol, Orthoklas und den triklinen Feldspathen unterliegen. Die Resultate sind in Tabellen zu-

[1]) Bezieht sich auf die kurz zuvor l. c. angeführten Daten von Des Cloizeaux über die Lage eines Schnittes senkrecht zur positiven Mittellinie mit Bezug auf 001, 010, 110.

[2]) Annales des Mines. Septième série, Tome XIV, 1878, pag. 100 etc. Variations des angles plans des clivages sur les faces des principales zones dans le pyroxène, l' amphibole, l' orthose et les feldspaths tricliniques.

Digitized by Google

sammengefasst, welche für sämmtliche um je 5° auseinanderliegenden Schnitte der betrachteten Zonen, deren Neigung gegen die Ausgangsebene als Winkel ρ daneben beigefügt erscheint, die zugehörigen Winkel δ der Spaltrisse enthalten.

In dieser Weise hat M. Thoulet beim Orthoklas die Zone von der Längsfläche zur Querfläche behandelt. Von Interesse ist die Thatsache, welche man der dadurch gebotenen Uebersicht entnimmt, dass nemlich der Winkel der Spaltrisse nach *P* und *M* (die Thoulet bei den Feldspathen allein berücksichtigt), dessen Werth in dieser Zone beim Orthoklas zwischen 116° 7′ und 90° schwankt, sich anfangs um wenige Minuten blos ändert, solange der Schnitt der Längsfläche naheliegt, dass er hingegen in der Gegend der Querfläche unter sonst gleichen Umständen bedeutend stärker, um mehrere Grade abnimmt. Als Repräsentanten der triklinen Feldspathe, die uns hier näher interessiren, hat dagegen der Verfasser den Labradorit gewählt, was als kein glücklicher Gedanke bezeichnet werden kann, da der Labradorit in krystallographischer Hinsicht sozusagen unter allen am unvollständigsten bekannt ist. Aus den Angaben von Des Cloizeaux[1]) über die Längenverhältnisse der halben Diagonalen und der längeren Seite der Basis des Grundprismas, rechnet er zunächst den Winkel zwischen beiden Horizontalaxen und den zwischen der Trace des rechten Prismas und der nach vorn verlaufende Horizontalaxe. Ausser diesen Winkeln findet auch noch der Winkel 001 : 110 und der ebene Winkel auf dem rechten Prisma Anwendung bei der Auflösung des sphärischen Dreieckes, welches dem körperlichen Ecke aus Endfläche, Längsfläche und dem rechten Prisma entspricht. In diesem sphärischen Dreieck widerspricht der berechnete Werth des Winkels *B*, welcher der Zeichnung zufolge nichts anderes als den Körperwinkel darstellt, den *P* und *M* mit einander einschliessen, den thatsächlichen Verhältnissen. Thoulet hat dieses *B* zu 91° 44′ 38″ gefunden, während doch der Spaltwinkel zwischen Längs- und Endfläche bei sämmtlichen Plagioklasen niemals kleiner als 93° beobachtet wurde und speciell für den Labradorit von Des Cloizeaux selbst, l. c. nach den Messungen von Marignac zu 93° 20′ angegeben wird. Dieser Winkel von 91° 44′ 38″ wird auch weiter in der Rechnung

[1]) Manuel de Minéralogie.

Digitized by Google

mitgeführt und so kommt es, dass sich schliesslich in der für die verticale Zone aufgestellten Tabelle als Drehungswinkel, um von der Längsfläche in die Stellung der Querfläche zu gelangen, der ebenso unwahrscheinliche Werth von 93° 55′ ρ *d* (für Drehung nach rechts) und 86° 4′ ρ*g* (für Drehung nach links) eingetragen findet.

Besser wären wohl überhaupt die Verhältnisse der Plagioklase illustrirt gewesen, wenn die Rechnung einmal etwa für den Albit, das andere Mal für den Anorthit, beide in krystallographisch gleicher Lage gedacht, gesondert durchgeführt worden wäre. Nach der Tabelle von Thoulet würde zwischen den Winkeln der Spaltrisse nach *P* und *M* auf den Schnitten, welche den Prismenflächen ihrer Lage nach entsprechen, ein immerhin messbarer Unterschied existiren (101° 47′ dem rechten, 105° 3′ dem linken Prisma entsprechend), so dass man in einem speciellen Falle vielleicht schon auf diesem Wege entscheiden könnte, ob ein vorliegendes Spaltblättchen dem rechten oder linken Prisma angehört, vorausgesetzt, dass man eine Tabelle zur Seite hat, die für den betreffenden Plagioklas in der That genaue Giltigkeit hat. Im Uebrigen lässt sich nur sagen, dass man praktisch wohl nur in verhältnissmässig seltenen, günstigen Fällen von derartigen Daten, denen theoretisches Interesse niemals abzusprechen ist, mit Erfolg wird Gebrauch machen können, schon deshalb, weil das Mikroskop nur beiläufige Messungen gestattet, wie M. Thoulet selbst hervorhebt.

In letzter Zeit haben bekanntlich Fouqué und Michel Lévy Feldspathe künstlich darzustellen versucht, indem sie Mischungen ihrer chemischen Elemente zusammenschmolzen und das Schmelzproduct 48 Stunden hindurch bei einer seinem Schmelzpunkte nahen Temperatur erhielten. Auf diesem Wege gelangten sie in der That zu Massen, deren krystallinischer Theil aus bald unregelmässig durcheinander gewachsenen, bald sphärolitisch angeordneten Mikrolithen von bisweilen faseriger Natur (Oligoklas) besteht, welche im Aussehen, in Zwillingsbildung und im Verhalten gegen das polarisirte Licht an die in Eruptivgesteinen auftretenden Feldspathleisten auf's lebhafteste erinnern, natürlich aber, wie diese, viel zu klein sind, um als Ausgangspunkt optischer Studien dienen zu können. Auch verhielten sich die verschiedenen Feldspathsubstanzen in verschiedener Weise bezüglich der Ausbildung der aus ihnen erhaltenen

Digitized by Google

Producte, und zwar, wie man aus den Abbildungen Pl. XX, Fig. 1 bis 6 [1]) ersehen kann, am günstigsten die Anorthit- am ungünstigsten die Orthoklassubstanz, deren Product ein blos lamellar polarisirendes feines, rechtwinkliges Netzwerk darstellt. Was uns hier interessirt, ist besonders die Art und Weise, wie die beiden Forscher den Nachweis der Identität der erhaltenen Producte, respective mit Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit zu erbringen suchten, nämlich durch Bestimmung des grössten Werthes der Auslöschungsschiefen gegen die Längsrichtung der Mikrolithe, das heisst gegen ihre Kante *P/M*, indem sie die beobachteten Winkel mit den von Michel Lévy aus den Angaben von Des Cloizeaux für die oben aufgeführten Feldspathtypen ausgerechneten Maximalwerthen dieser Auslöschungsschiefen verglichen. Die Frage nach dem Grade von Sicherheit, den diese Bestimmungsweise beanspruchen darf, hängt natürlich mit der Frage, ob die Plagioklase isomorphe Mischungen sind, ziemlich wesentlich zusammen.

Während Michel Lévy bei seinen oben besprochenen Erörterungen lediglich die erfahrungsmässig festgestellten optischen Verhältnisse der Plagioklase im Auge hatte, ohne sich auf eine Erwägung ihres Zusammenhanges mit den chemischen Eigenschaften der Plagioklase einzulassen, glaubte Herr Pfaff [2]) die von Des Cloizeaux gegen die Tschermak'sche Theorie erhobenen Bedenken zu beseitigen und einen kleinen Beitrag zu ihren Gunsten zu liefern, indem er in Folge der Untersuchung von Schliffpräparaten (namentlich von Labradorit und Oligoklas) den Satz aussprach: „dass das optische Verhalten zahlreicher Mischlingsfeldspathe diese als inhomogene, aus optisch sich verschieden verhaltenden Massen gemengte Krystalle erkennen lasse.“ Dass in den Feldspathen häufig „Lamellen ohne fixe Orientirung“ sich finden, hatte bereits Des Cloizeaux am Schlusse seiner Abhandlung „Sur les propriétés optiques biréfringentes etc. [3]) hervorgehoben und zugleich der Vermuthung

[1]) Minéralogie Micrographique, Roches Eruptives Françaises par F. Fouqué et Michel Lévy.

[2]) Sitzungsberichte der phys. medicinischen Societät zu Erlangen, 16. December 1878.

[3]) Extrait des Annales de Chemie et de Physique. 5. serie, t. IV., 1875, pag. 16.

Digitized by Google

Ausdruck gegeben, dass hauptsächlich auf die mehr weniger versteckte Gegenwart derselben, sowie auf andere bald physikalische bald chemische Veränderungen (Einflüsse) die Modificationen zurückzuführen seien, welche man in gewissen optischen Charakteren der Feldspathe bemerke.

Pfaff schrieb jedoch diesen Unregelmässigkeiten und Unvollkommenheiten in der Struktur der Plagioklase eine ganz besondere Bedeutung zu, indem er ihr Vorhandensein mit der Eigenschaft isomorpher Mischungen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen und als nothwendige Folge der Bildungsweise der Plagioklase darzuthun suchte. Der Verfasser vertritt nemlich in jener Schrift die Ansicht, dass die „Mischlingsfeldspathe" keineswegs aus lauter gleichartigen und gleich zusammengesetzten Krystallmolekülen (= integrirendes Molekül Haüy's) bestehen, sondern vielmehr in der Weise gebildet sind, dass sich „willkürlich, je nachdem sie sich dem wachsenden Krystalle darboten", hier ein Albit-, dort ein Anorthitmolekül angesetzt habe. Schliesslich wären dann stellenweise Albitmoleküle, stellenweise Anorthitmoleküle angehäuft; regelmässige Vertheilung der untergeordneten Bestandtheile wäre nur Ausnahme, Inhomogeneität des entstandenen Krystalles die Regel.

Wir dürfen es hier ganz dahingestellt sein lassen, ob das Wesen der Isomorphie darin bestehe, dass Krystallmoleküle isomorpher Bestandtheile einander beim Krystallbaue beliebig und ohne jede gegenseitige Einwirkung vertreten können (von welcher Meinung Herr Pfaff ausgeht), oder ob man vielleicht an eine Vertretung isomorpher Substanzen innerhalb des Krystallmoleküles des neu gebildeten Krystalles zu denken habe, und wollen uns in dieser Beziehung auf den Hinweis beschränken, dass weder die eine noch die andere Ansicht der von Tschermak begründeten Theorie widerstreitet; denn das Wesen dieser Theorie liegt ja in der Annahme, dass an irgend einer Stelle gewisse Mengen von Kali-, Natron-, oder Kalkfeldspathsubstanz zuerst vorhanden waren, aus denen dann durch Mischung alle Feldspathe, wie sie in der Natur vorkommen, entstanden seien. Ueber die Art und Weise, wie diese Mischungen zu Stande kommen, hat Tschermak in jener epochemachenden Schrift „Feldspathstudien" sich im Gegentheile nirgends direkt ausgesprochen, sondern die Lösung dieser Frage einer späteren Zeit offen gehalten.

Digitized by Google

Wenn Pfaff jedoch (pag. 8) sich dahin ausspricht, dass der Einfluss der Beimengung chemisch anders constituirter, mit der Hauptmasse isomorpher Molekule bei ganz gleichmässiger Vertheilung derselben in keiner Weise im Voraus bestimmbar, eine Abnormität des optischen Verhaltens übrigens kaum zu erwarten sei, dass hingegen in dem Falle, wo die untergeordneten Molekule sich zu grösseren Gruppen vereinigen, diese „gröbere Inhomogeneität" auch im optischen Verhalten sich werde erkennen lassen und wenn nun Pfaff in letzterem Umstande einen Erklärungsgrund für die Schwierigkeiten erblickt, welche in den von Des Cloizeaux beobachteten optischen Erscheinungen der Labradorite und Oligoklase gegenüber Albit und Anorthit seiner Meinung nach allerdings liegen sollen, so ist dagegen zu bemerken, dass Des Cloizeaux seine Beobachtungen wohl an solchen Stücken angestellt hat, welche sich gegen das Licht wie vollkommen homogene Substanzen verhalten und dass sich nur auf solche Stellen seine Mittheilungen beziehen.

Bei solchen Feldspathen, deren Analyse auf eine Mischung hindeutet und die gleichwohl bei optischer Untersuchung vollkommen homogen erscheinen (und deren sind eine Menge bekannt), müssen wir doch nothwendigerweise voraussetzen, dass jene Inhomogeneität, wenn sie wirklich existirt, sich innerhalb so enger Grenzen halte, dass sie auf die Totalität der unserem Auge wahrnehmbaren Lichterscheinungen keinen merklichen Einfluss übt.

In diesem Falle wird auch die Mischungsformel des betreffenden Feldspathes dessen durchschnittliche Zusammensetzung darstellen, und es wird ein gewisser Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und dem optischen Verhalten mehr als wahrscheinlich sein, woraus hervorgeht, dass die Schwierigkeiten, welche die Beobachtungen von Des Cloizeaux der Auffindung solcher Beziehungen, wie sie der Tschermak'schen Theorie entsprächen, entgegenzustellen scheinen, mit der Hypothese von Pfaff über die Bildung der Plagioklasmischungen keineswegs erklärt oder behoben sind.

Auf die Beobachtungen, welche Pfaff seinen Schlussfolgerungen zu Grunde gelegt hat, werden wir später noch einmal zurückkommen.

Digitized by Google

Im Jahre 1876 hat J. Szabó in Pest eine Methode veröffentlicht, auf dem Wege der Flammenreactionen des Bunsen'schen Brenners unter gleichzeitiger Beobachtung des Schmelzbarkeitgrades und der Flammenfärbung für alle in Gesteinen vorkommenden Feldspathe die ungefähre Stellung derselben in den von Tschermak aufgestellten 10 Reihen zu ermitteln. Da indessen diese Methode sich an die Tschermak'sche Theorie vollständig anschliesst und da sie gerade den Fall zur Voraussetzung hat, wo das vorhandene Material weder eine chemische, noch eine krystallographische oder optische Untersuchung gestattet, in welchem sie allerdings wenigstens für beiläufige Angaben ausreichen dürfte, so können wir uns hier auf diesen Hinweis beschränken.

Einige von F. J. Wiik (in Helsingfors) herrührende, in den Schriften der finnischen Gesellschaft der Wissenschaften [1]) enthaltene Beobachtungen, welche, insofern sie den Verlauf der vom Rath'schen Zwillingslinie und der Auslöschungsrichtung auf der Längsfläche der Plagioklase betreffen, für vergleichende Betrachtungen von Interesse sind, werden an geeignetem Orte Erwähnung finden.

Sonst sind die Plagioklase in ihrem gegenseitigen Verhalten seit Des Cloizeaux meines Wissens nicht wieder Gegenstand praktischer Untersuchung gewesen.

Dagegen hat ein einzelner Feldspath, nämlich der sogenannte Natronorthoklas von Pantellaria, welcher bei einem nur wenige Minuten vom Rechten abweichenden Spaltwinkel P/M sich durch einen hohen Natrongehalt auszeichnet, in letzter Zeit vielfaches Interesse erregt und ziemlich eingehendes Studium erfahren. Die diesbezügliche Literatur möchte ich jedoch in Verbindung mit einigen über denselben Gegenstand gemachten Beobachtungen erst anhangsweise mittheilen.

---

[1]) Siehe den Auszug der „Mittheilungen über finnische Mineralien" in Groth's Zeitschr. f. Krystallographie, II. Bd., S. 498.

Digitized by Google

II.

Gang und Methode der Untersuchung.

Die optischen Verhältnisse der Plagioklase sind sonach in letzter Zeit sehr häufig Gegenstand eingehender Betrachtung gewesen; allein die gegenseitigen Beziehungen der Plagioklase untereinander hatten, wie ein kurzer Rückblick auf die Geschichte der Feldspathe zeigt, dadurch an Klarheit und Verständlichkeit nicht gewonnen So hatte beispielsweise Rosenbusch bereits im Jahre 1873[1]) die Ansicht ausgesprochen, dass man wohl stets auf die chemische Analyse angewiesen sein werde, wenn es sich darum handle, die verschiedenen Species von triklinen Feldspathen, welche als die häufigst vorkommenden Mischungen der isomorphen Endglieder Albit und Anorthit angesehen werden, oder auch diese selbst zu unterscheiden, weil auch in den optischen Eigenschaften, soweit dieselben bekannt seien, ebensoviel Uebereinstimmung herrsche, als in allen übrigen Verhältnissen und hinzugefügt, dass sich dies leicht und als naturnothwendige Folge der Tschermak'schen Theorie erklären lasse. Durch die neueren Untersuchungen von Des Cloizeaux (im Jahre 1875 und 1876) schien aber gerade das Gegentheil von dem Gesagten erwiesen; denn es hatte der letztgenannte Forscher nicht blos auf die Verschiedenheit des Verhaltens der einzelnen Plagioklase im parallelen und convergenten polarisirten Lichte eine Methode gegründet, die hauptsächlichsten Arten derselben zu unterscheiden, sondern aus seinen Beobachtungen geradezu gefolgert, dass die Kalknatronfeldspathe überhaupt nicht das Resultat isomorpher Mischungen sein könnten. Wenn auch dieser Einwand gegen die Tschermak'sche Theorie von deren Anhängern sofort als unbegründet und unberechtigt zurückgewiesen wurde, so schien es doch andererseits nach den von Des Cloizeaux angeführten Thatsachen vorläufig unmöglich, die optischen Eigenschaften sämmtlicher Plagioklase in ähnlicher Weise wie alle übrigen Eigenschaften in einem übersichtlichen Gesammtbilde zusammenzufassen.

---

[1]) Mikroskopische Physiographie, S. 349 etc.

Digitized by Google

In diesem Stadium befand sich die Feldspathfrage, als vor ungefähr zwei Jahren von meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrath Tschermak die Aufforderung an mich erging, die optische Orientirung der Plagioklase an Spaltblättchen derselben zu bestimmen. Die Arbeit begann mit der Beobachtung des Verhaltens der beiden Plagioklase von Wilmington und Sobboth, welche ihrer chemischen Analyse nach zwischen Albit und Oligoklas zu stehen kommen.

Das an einem für diesen Zweck sehr günstigen Materiale gewonnene Resultat war solcher Art, dass es mit der Tschermak'schen Theorie im vollen Einklange erschien, dagegen sich nicht gleich gut mit der von Des Cloizeaux vertretenen Anschauungsweise vereinigen liess, ohne übrigens seinen Beobachtungen eigentlich gerade zu widerstreiten.

Damit war der Gedanke nahegelegt, dass die von Des Cloizeaux mitgetheilten Beobachtungen überhaupt noch einer andern, vielleicht naturgemässeren, als der von ihm gegebenen Deutung fähig sein dürften, derzufolge sie mit der genannten Theorie besser übereinstimmten.

Allein das darauf hin unternommene eingehendere Studium der einschlägigen Arbeiten des französischen Forschers brachte mich bald zur Ueberzeugung, dass es nur demjenigen möglich wäre, in dieser Angelegenheit sich ein klares Urtheil zu bilden, welcher durch eine Reihe analoger Untersuchungen einen selbstständigen Standpunkt gewonnen hätte. Es zeigt sich z. B., dass in den citirten Publicationen wohl überall die Grösse, nicht aber in allen Fällen auch die Orientirung der Auslöschungsschiefen bezüglich der Krystallform angegeben sei. Auch ist der Weg, auf welchem Herr Des Cloizeaux zu diesem oder jenem Resultate gelangte, so beispielsweise was die Lage der optischen Elasticitätsaxen betrifft, nicht immer mit jener Ausführlichkeit und Deutlichkeit beschrieben, welche allein eine objective Beurtheilung der Deutung dieser Resultate ermöglicht hätte. Es stellte sich ferner heraus, dass Des Cloizeaux beim Vergleiche der einzelnen Feldspathe untereinander hinsichtlich der Dispersion sich nicht consequent geblieben sei, indem er in seinem ersten Mémoire pag. 15 die Gleichheit der Dispersion ($\rho < \upsilon$) um die erste Mittellinie des Albit und Anorthit (obgleich im ersteren diese Mittellinie positive, im

Digitized by Google

zweiten negative Doppelbrechung besitzt), gegenüber dem Labradorit mit $\rho > \upsilon$ um die erste (positive) Mittellinie betont, während er kurz zuvor, pag. 9, die Verschiedenheit der Dispersion $\rho > \upsilon$ beim Labradorit und $\rho < \upsilon$ beim Oligoklas in Platten senkrecht zur positiven Mittellinie (gleichviel ob diese diejenige des spitzen oder stumpfen Winkels ist) als Unterscheidungsmittel zwischen beiden hervorhebt. Gerade im letzteren Falle, wo seine Auffassung der meinigen, wie sich zeigen wird, nahe kommt, wurden Des Cloizeaux's Angaben über die Dispersion von anderen Forschern (unabsichtlich) im entgegengesetzten Sinne verwerthet, als von ihm selbst, indem sowohl Kosmann in seinem Referate über Des Cloizeaux (Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft, 1875, S. 259), als auch C. Klein (in seiner neuesten Arbeit über den Feldspath vom Monte Gibele auf Pantallaria, Neues Jahrbuch, 1879, S. 528) die Dispersion $\rho > \upsilon$ um die negative Mittellinie beim Oligoklas der Dispersion $\rho > \upsilon$ um die positive Mittellinie beim Labradorit entgegenstellen.

Somit betrachtete Des Cloizeaux die Dispersion einmal mit Rücksicht auf die Grösse des Axenwinkels, das andere Mal mit Rücksicht auf den Charakter der Doppelbrechung. Es ist aber klar, dass man beim angestrebten Vergleiche auf Grund der gemachten Erfahrungen und Beobachtungen sich für die eine oder andere Betrachtungsweise wird entscheiden und diese consequent wird durchführen müssen.

So kam es, dass die vorliegenden Untersuchungen in Folge des lebhaften Wunsches, den scheinbaren Widerspruch zwischen dem optischen und dem krystallographisch-chemischen Verhalten der Plagioklase womöglich aufzuklären und so die letzten Bedenken, welche Des Cloizeaux gegen die Tschermak'sche Theorie erhoben hat, zu beseitigen, die ihnen anfangs gesteckte Grenze weit überschritten, indem sie sich naturgemäss nicht auf die Erscheinungen im parallelen polarisirten Lichte beschränken durften und sich allmälig auf einen immer grösseren Kreis von Vorkommnissen ausdehnen mussten, welcher schliesslich charakteristische Vertreter einer jeden Art von Plagioklasen und selbst den Mikroklin und den interessanten Feldspath von Pantellaria umfasste. Dabei wurde ich von dem weiteren Gedanken geleitet, dass eine Bestätigung der Angaben und Beobachtungen Des Cloizeaux in

Digitized by Google

Anbetracht der Schwierigkeit der Methode und der Wichtigkeit des Gegenstandes auch dann nicht unwillkommen sein konnte, wenn diese Untersuchungen zu dem gleichen Resultate führen sollten, welches bereits Des Cloizeaux gewonnen. Dass meine Beobachtungen in der That mit den ausgezeichneten Forschungen desselben meist grosse Uebereinstimmung zeigen, dass dagegen die oben ausgesprochenen Vermuthungen betreffs der Möglichkeit einer sachgemässen Deutung seiner Resultate ihre volle Bestätigung fanden, darüber habe ich bereits im Juliheft der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften im vergangenen Jahre in Form eines Auszuges meiner Arbeit eine vorläufige Mittheilung machen können.

Ich erachte es als eine höchst angenehme Pflicht, gleich an dieser Stelle mit Worten des innigsten Dankes des Herrn Hofrathes Tschermak zu gedenken, durch dessen Güte mir nicht blos fast alles Materiale [1]) sowie Rath und Unterstützung in reichstem Masse zukam, sondern es überhaupt allein möglich wurde, trotz heftiger Erkrankung die Arbeit zu Ende zu führen.

Es erübrigt noch, vor Mittheilung der eigentlichen Untersuchungen das ihnen zu Grunde liegende Verfahren mit einigen Worten zu charakterisiren, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden und Missverständnissen vorzubeugen. Zunächst ist daran zu erinnern, dass ja die Arbeiten von Des Cloizeaux auf Grund eigener Erfahrungen geprüft werden sollten, und dass schon deshalb das Verfahren sich an die von dem genannten Forscher gebrauchte Methode im Wesentlichen anschliessen musste.

Da es sich nicht so sehr um die Bestimmung der optischen Constanten der Plagioklase als darum handelte, die Frage zu beantworten, ob gesetzmässige Beziehungen zwischen den einzelnen Gliedern der Plagioklasreihe in optischer Hinsicht in der That nicht existiren, und wenn solche Gesetzmässigkeiten trotz der gegentheiligen seit Des Cloizeaux herrschenden Ansicht dennoch bestehen sollten, dieselben aufzufinden, so musste das hauptsächlichste Streben darauf gerichtet sein, sämmtliche Plagioklase unter möglichst gleichen Umständen einer einheitlichen Prüfung zu unterziehen.

---

[1]) Das Gegentheil wird stets ausdrücklich bemerkt werden.

Digitized by Google

In dieser Beziehung schien es am besten, die Spaltbarkeit nach *P* und nach *M*, welche sämmtliche Feldspathe in gleicher Weise auszeichnet, zu Hilfe zu nehmen und die auf so gewonnenen Präparaten überall auf dieselbe Art und gegen dieselbe Kante bestimmte Lage der Hauptschwingungsrichtungen zur Grundlage und zum Ausgangspunkte der vergleichenden Betrachtung zu wählen.

Spaltblättchen verdienen in doppelter Hinsicht vor Schliffen den Vorzug; einmal, weil sie von natürlichen Flächen begrenzt sind und sogar in ihren Unvollkommenheiten noch die Eigenthümlichkeiten der Substanz, welcher sie zugehören, zum Ausdrucke bringen, sodann, weil auf diese Weise auch Andern die Möglichkeit geboten ist, an neuem Materiale Untersuchungen gleicher Art und unter ähnlichen Umständen anzustellen, deren Daten mit den hier gegebenen direct vergleichbar sind, was von Beobachtungen an Schliffen nicht in demselben Masse behauptet werden kann.

Allerdings bleibt in jenen Fällen, wo entweder die Spaltbarkeit an sich durch theilweise vorgeschrittene Veränderung des Materiales beeinträchtigt wird, oder wo die Herstellung geeigneter Spaltblättchen aus anderen Gründen, so wegen Kleinheit des Materiales, z. B. bei Gesteinsgemengtheilen auf Schwierigkeiten stosst, oder wo endlich in Folge einer besonders complicirten Zwillingsbildung oder einer innigen Verwachsung mehrerer Feldspatharten ein Einblick in ihren feineren Bau nur in Durchschnitten von äusserster Dünne möglich wird, nichts anderes übrig, als auch zu Schliffen seine Zuflucht zu nehmen.

Gleiches gilt natürlich von denjenigen Präparaten, welche das Studium des Verhaltens um die Mittellinien zum Zwecke haben, da letztere im triklinen Krystallsysteme bekanntlich zu keiner der vorkommenden Krystallflächen nothwendig senkrecht stehen, mit keiner zusammenfallen müssen.

Die meisten der ausgeführten Bestimmungen wurden jedoch an Spaltblättchen ausgeführt, und es wird jedesmal ausdrücklich hervorgehoben werden, welche Resultate an Spaltungsstücken und welche an Schliffpräparaten gewonnen wurden.

Die Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte hatte eine zweifache Aufgabe zu erfüllen.

Digitized by Google

Zunächst sollte die Grösse des Winkels bestimmt werden, welchen die der Kante P/M zunächst liegenden Hauptschwingungsrichtungen auf Spaltblättchen nach P und M mit der beiden Flächen gemeinsamen Kante einschliessen. Zu diesem Zwecke wurden unter den Präparaten nach P die dünnsten und durchsichtigsten ausgewählt, auf Gläschen mit einem Tropfen Canadabalsam befestigt und auf den drehbaren, mit Gradeintheilung versehenen Objecttisch eines mit gekreuzten Nicols versehenen Mikroskopes gebracht, dessen Fadenkreuz mit den Hauptschnitten der Nicols übereinstimmte.

Bei polysynthetischer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz stellt die Oberfläche solcher Blättchen in einem zur Streifung senkrecht geführten Querschnitte eine gebrochene Linie dar, gebildet von den Tracen der Endflächen der beiden Individuen, welche abwechselnd ein- und ausspringende Winkel mit einander einschliessen. Denkt man sich die Scheitelpunkte der am meisten ausspringenden Winkel mit einander durch eine Gerade verbunden, respective an die Kanten, in denen die entsprechenden Endflächen zusammenstossen, eine Tangentialebene gelegt, so wird dadurch die Lage des Blättchens bestimmt. In dem idealen Falle, wo beiderlei Lamellen vollkommen gleich breit entwickelt sind, wird die Zwillingsebene auf die Unterlage des Blättchens genau senkrecht zu stehen kommen.

Die meisten der untersuchten Präparate waren so gewählt und so hergestellt, dass sie dem betrachteten Falle sich möglichst näherten. Das Mikroskop wurde mit Natriumlicht beleuchtet und bei parallelen Nicols zunächst durch 80 Ablesungen die Stellung fixirt, in welcher die auf den Beobachter zulaufende Kante P/M, das ist die Richtung der Streifung des Präparates, dessen Unterlage mit etwas Wachs am Objecttisch festgeklebt war, mit dem Faden des Oculars, respective mit den Hauptschnitten der Nicols coincidirte. Durch Einstellung auf den Moment, wo in den Zwillingslamellen bei gekreuzten Nicols das Maximum der Dunkelheit eintrat, wurde mittelst 80 Ablesungen für die eine und 80 Ablesungen für die andere Hälfte derselben die Lage der Hauptschwingungsrichtungen gegen die Zwillingsgrenze festgestellt.

Um die im Instrumente liegenden Fehlerquellen auf ein Minimum zu reduciren, wurde das Präparat hierauf umgelegt und auf der

Digitized by Google

Unterseite ceteris paribus eine gleiche Anzahl von Beobachtungen gemacht, von den oben und unten erhaltenen Zahlen das arithmetische Mittel genommen. Nach dem Grade von Gleichheit oder Verschiedenheit der gefundenen Auslöschungsschiefen gegen die Trace der Zwillingsebene liess sich bei günstigen Verhältnissen beurtheilen, ob die Endflächen der betreffenden Präparate gegen die Axe des Instrumentes gleich oder verschieden geneigt waren und ob die etwa existirende Verschiedenheit dieser Neigung auf das erhaltene Resultat von einem merklichen, die Beobachtungsfehler stark überschreitenden Einflusse sei.

Die Brauchbarkeit der auf solche Weise erlangten Resultate wird später noch wiederholt besprochen werden.

Der extremste Fall ist in solchen, nur ausnahmsweise untersuchten Präparaten ausgedrückt, welche eigentlich ein einziges Individuum darstellen, in welchem Hauptindividuum die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz nur in Form sehr feiner paralleler Linien angedeutet ist, so dass gleichsam das Hauptindividuum auf seiner Endfläche flach aufliegt. Natürlich steht hier die Zwillingsebene (Längsfläche) nicht mehr vertical, sondern ist gegen die Axe des Instrumentes circa 3° geneigt, während dagegen die einfallenden Strahlen die Oberfläche des Blättchens genau senkrecht treffen, daher das Resultat der Beobachtung genau die Hauptschwingungsrichtungen, welche der Endfläche entsprechen, wiedergibt.

Aehnlich war die Bestimmung der Auslöschungsschiefe in Spaltblättchen nach *M*.

Hier erschien es wünschenswerth, dass die Stücke möglichst frei von jeder Zwillingsbildung seien und musste besonders darauf geachtet werden, dass wenigstens die Fläche, auf welcher sie aufgeklebt werden sollten, möglichst eben abgespalten war, und dass die zwischen *P* und *M* angeschlagene Kante möglichst continuirlich verlief.

Wo deutliche und unzweifelhafte Spaltrisse nach *P* sichtbar waren, was im Allgemeinen selten und nur in dünnen Präparaten vorkam, da wurden diese zur Einstellung der Kante benützt.

Besondere Schwierigkeiten liegen in der Unvollkommenheit der Spaltbarkeit nach der Längsfläche und in anderen störenden Unregelmässigkeiten, welche zum Theile, wie sich später zeigen wird, auf versteckte Zwillingsbildung sich zurückführen lassen.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf die selbst gemachten Erfahrungen muss ich Herrn Des Cloizeaux bezüglich seiner Bemerkung über die Anwendung monochromatischen Lichtes bei Untersuchung der Feldspathe im parallelen polarisirten Lichte beipflichten; gerade da, wo nach den Dispersionsverhältnissen ein die Beobachtungsfehler überschreitender Unterschied zu erwarten wäre, leidet die Schärfe der Untersuchung bei Anwendung monochromatischen Lichtes meist unter der geringen Durchsichtigkeit der Präparate, wie beispielsweise beim Labradorit und Oligoklas; ich habe die Untersuchung im Natriumlicht hauptsächlich nur der Gleichförmigkeit der Beobachtungen wegen durchgeführt.

Da jedoch von vorneherein nicht ausgeschlossen war, dass verschiedene Stücke desselben Fundortes auch in ihrer chemischen Zusammensetzung etwas variiren und, sei es im Zusammenhange damit, sei es unabhängig davon, eine etwas verschiedene optische Orientirung zeigen hönnten, erwies es sich als vortheilhaft, ausser diesen möglichst genauen Bestimmungen gleichzeitig noch eine grössere Reihe von minder sorgfältigen, aber auch weniger zeitraubenden Untersuchungen im Tages- oder Lampenlicht anzustellen, um auf solche Weise das Vorhandensein und die Grenzen etwaiger Schwankungen festzustellen und die vergleichende Beobachtung zu erleichtern.

Die zweite Aufgabe der Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte war die Orientirung der Lage der Auslöschungsschiefe mit Bezug auf die Krystallform, wobei wieder die der Kante *P*/*M* zunächst liegende Auslöschungsrichtung in Betracht gezogen wurde.

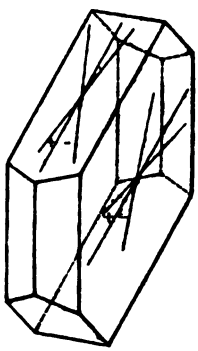
Denkt man sich einen jeden Plagioklaskrystall in der von Des Cloizeaux und Tschermak vorgeschlagenen Weise aufgestellt, so zwar, dass die Prismenzone vertical steht, die Endfläche nach vorn und gleichzeitig nach rechts neigt, demnach die stumpfe Kante *P*/*M* zur Rechten des Beschauers zu liegen kommt, die Längsfläche hingegen auf ihn zuläuft, so kann man an einem solchen Krystalle eine obere und untere Basis, eine rechte und linke Längsfläche unterscheiden.

Die obere Basisfläche wird rechts von der stumpfen Kante, links von der scharfen Kante *P*/*M*, vorn von den Tracen der vor-

Digitized by Google

deren Prismenflächen begrenzt. Der Umriss der rechten Längsfläche wird oben von der stumpfen Kante, unten von der scharfen Kante zwischen End- und Längsfläche gebildet, vorn von der Trace des rechten vorderen, hinten von derjenigen des linken hinteren Prismas. (Siehe beifolgende Zeichnung eines Albitkrystalles.)

Fig. 1.



Alle Angaben, welche sich auf die Orientirung der Auslöschungsschiefe oder der optischen Elasticitätsaxen beziehen, werden die erwähnten zwei Flächen in der oben besprochenen Stellung voraussetzen. Dabei soll der Winkel der Hauptschwingungsrichtungen auf P mit der Kante P/M als positiv bezeichnet werden[1]), sobald dieselbe von links vorn nach rechts hinten (also im Sinne der Trace des rechten Prismas) geneigt erscheint, während eine Neigung im Sinne der Trace des linken Prismas durch das negative Zeichen ausgedrückt werden soll.

Auf der Längsfläche würde die Trace der Fläche y den spitzen Winkel des schiefwinkligen Parallelogrammes abstumpfen, welches zwischen den Tracen der basischen Spaltbarkeit und den verticalen Kanten (Tracen der Prismenflächen) liegt. Ist nun die Auslöschungsschiefe auf M mit der Trace von y gleich gerichtet gegen die Kante P/M, dann mag ihr Winkel als positiv, im andern Falle als negativ betrachtet werden.

Hinsichtlich der practischen Ausführung der darauf bezüglichen Beobachtungen möchte ich Folgendes bemerken.

Sobald Krystalle zur Verfügung stehen, genügt die Messung des Spaltwinkels zwischen End- und Längsfläche zur krystallographischen Orientirung. Dünne Blättchen, parallel der oberen Endfläche abgespalten, ergeben direct die Lage der Auslöschungsschiefe, sobald man nur die Vorsicht gebraucht, dieselben auf der neu erhaltenen Oberfläche, der unteren Basisfläche, wirklich aufzulegen. Dabei ist es gleichgültig für das Resultat, ob das Blättchen sonst noch in der richtigen Lage oder vielleicht in einer in der Horizontalebene um 180° verwendeten Stellung sich befindet.

---

[1]) In Uebereinstimmung mit dem bereits im Auszuge meiner Arbeit geübten Gebrauche.

Digitized by Google

Wenn keine Krystalle, blos Spaltungsstücke vorliegen, muss natürlich vor allem mittelst der prismatischen Spaltbarkeit die Richtung der verticalen Axe festgestellt werden.

Verwickelter gestaltet sich die Untersuchung, wenn kein einfaches, sondern nur Zwillingsindividuen nach dem Albitgesetz vorhanden sind, weil dann alle Messungen auf das Hauptindividuum bezogen werden müssen, was bisweilen grosse Aufmerksamkeit erfordert. Die Orientirung der Auslöschungsschiefe auf *M* ist im allgemeinen leichter und blos dann umso schwieriger, wenn der Winkel der Hauptschwingungsrichtungen mit der Kante sich der Null stark nähert.

Im convergenten polarisirten Lichte wurden gleichfalls theils Spaltblättchen, theils Schliffpräparate untersucht. Für die Aufklärung der gegenseitigen Beziehungen der Glieder der Plagioklasreihe gewann besonders die Beobachtung der Interferenzerscheinungen in Blättchen parallel der Längsfläche unter dem Nörremberg'schen verbesserten Polarisationsapparat an Bedeutung angesichts der merkwürdigen Thatsache, dass sämmtliche Plagioklase auf dieser Fläche positive Doppelbrechung zeigen. Eine Reihe von Skizzen der beobachteten Interferenzbilder (siehe Tafel II), sämmtlich im gleichen oben erwähnten Sinne orientirt, so dass man gleichsam die Endfläche von oben her, die Längsfläche von der rechten Seite aus betrachtet, sollen insbesondere die Aenderungen deutlich machen, welche die Axenebene in ihrer Lage erfährt, wenn man in der Reihe, vom Albit ausgehend, zum Anorthit fortschreitet. Auf der nächsten Tafel sind die an den wichtigsten Feldspatharten beobachteten Dispersionserscheinungen in ähnlicher Weise einander gegenüber gestellt.

Für genauere Messungen des Axenwinkels und der Dispersion wurden Präparate senkrecht auf die betreffenden Mittellinien angefertigt und in den v. Lang'schen Axenwinkelapparat gebracht. Ausserdem bediente ich mich meist des bereits von Becke in diesen Mittheilungen, Bd. II (Neue Folge), Heft V, S. 430 näher beschriebenen Schneider'schen Polarisationsinstrumentes [1]).

Wenn auch dieser Apparat in Folge seines nothwendigerweise ziemlich complicirten Mechanismus zu ganz genauen Messungen

[1]) Der Brechungsquotient der mittleren Linsen des Schneider'schen Apparates wurde im Mittel zu $n = 1{\cdot}51$ bestimmt.

Digitized by Google

weniger geeignet ist, so leistet er doch umso schätzbarere Dienste, sobald es sich darum handelt, sich über die optische Orientirung, Axenwinkel und Dispersionserscheinungen im Allgemeinen und zum Zwecke vergleichender Betrachtung Aufschluss zu verschaffen. Auch kann man die im Apparate liegenden Fehlerquellen durch eine vierfache Beobachtung auf ein geringes Mass zurückzuführen, indem man das Präparat einmal in der Horizontalebene, einmal in der Verticalebene, ohne es vom Objectträger zu entfernen, um 180° dreht, somit vorn und hinten, oben und unten betrachtet.

Die Darstellung von Spaltungspräparaten parallel der Endfläche gibt reichlich Gelegenheit, die grosse Mannigfaltigkeit kennen zu lernen, welche in der Ausbildung der Zwillinge nach dem sogenannten Albitgesetz herrscht. Wie sich zeigen wird, lässt sich das was A. Lossen[1]) bei Besprechung der „Albit-Porphyroide aus dem Harz" über die Zwillingsbildung des Albites namentlich über Fehlen der Streifung auf *P*, Unregelmässigkeit im Verlaufe der Zwillingslamellirung, Vorkommen einfacher Krystalle und einfacher Zwillinge (Zweihälfter) etc. mitgetheilt hat, im Grossen und Ganzen vollkommen bestätigen; doch ist zu bemerken, dass Vieles von dem dort Gesagten nicht etwa blos für Albit charakteristisch ist, sondern viel allgemeiner Geltung hat, sowie dass andererseits ein Unterschied darin zu liegen scheint, ob wohlausgebildete Krystalle oder blos krystallinische Massen (so Spaltungsstücke) der Beobachtung vorliegen.

Anfangs wurde natürlich zur Vermeidung von Irrthümern fast nur solches Material in Untersuchung gezogen, welches, abgesehen von dem oben besprochenen Zwillingsgesetze von jeder sonstigen Zwillingsbildung, Unregelmässigkeit und Inhomogeneität möglichst frei war. Nachdem die gestellte Aufgabe der Hauptsache nach gelöst war, konnte aber umgekehrt auf Grund der bereits bekannten Thatsachen den scheinbaren Störungen und Abweichungen im optischen Verhalten, welche im Laufe der Arbeit hie und da oft ungesucht der Beobachtung sich darboten, nachgegangen werden und

[1]) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. Protokoll der Juni-Sitzung 1879, pag. 441.

Digitized by Google

konnte beispielsweise auf diesem Wege nachgewiesen werden, dass das vom Rath'sche Zwillingsgesetz eine viel weitere Verbreitung hat, als man vielleicht glauben möchte.

III.

Beobachtungen.

Der nachfolgende Abschnitt wird hauptsächlich die von mir an den wichtigsten Vertretern der Kalknatronfeldspathe gemachten Beobachtungen behandeln. Da es gleichzeitig in meiner Absicht liegt, zu zeigen, ob und welche Beziehungen zwischen den optischen und chemischen Eigenschaften der Plagioklase existiren, so wird es sich als das Beste empfehlen, die untersuchten Vorkommnisse in einer dem Mischungsverhältnisse der Endglieder entsprechenden Reihenfolge aufzuführen, ähnlich, wie dies Hofrath Tschermak selbst in seinen Feldspathstudien gethan hat. Aus demselben Grunde erscheint es auch wünschenswerth, Alles, was über die chemische Zusammensetzung der untersuchten Vorkommnisse bekannt ist, vor Beschreibung derselben kurz mitzutheilen. Um die einzelnen Glieder der hier zu betrachtenden Reihe auf eine einfache Weise auszudrücken, wird dabei nach der l. c. von demselben Forscher gleichfalls zuerst vorgeschlagenen und angewandten abgekürzten Schreibweise die Albitsubstanz ($Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$) durch Ab, die Anorthitsubstanz ($Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16}$) mit An sowie die Adularsubstanz ($K_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$) mit Or bezeichnet werden. Damit jedoch auch ein directer Vergleich dieser Analysen mit der für bestimmte Aequivalentverhältnisse der Endglieder berechneten Zusammensetzung möglich sei, werde ich die ebendort (S. 22 des Separat-Abdruckes aus dem L. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften) für die Zusammensetzung und das Eigengewicht der Feldspathe aus der Albit-Anorthitreihe $Ab_n\ An_o$ aufgestellte Tabelle der eigentlichen Darstellung vorangehen lassen.

Digitized by Google

Tafel für die Zusammensetzung und das Eigengewicht der Feldspathe aus der Albit-Anorthitreihe Ab_n An_o.

Verhältniss $n : o$	Albit			Oligoklas				Andesin	
	1 : 0	12 : 1	8 : 1	6 : 1	4 : 1	3 : 1	2 : 1	3 : 2	4 : 3
Kieselsäure	68·6	66·5	65·6	64·7	63·2	61·9	59·7	58·0	57·3
Thonerde . .	19·6	21·0	21·7	22·3	23·3	24·2	25·6	26·8	27·3
Kalkerde . .	0·0	1·6	2·3	3·0	4·2	5·2	6·9	8·3	8·9
Natron . . .	11·8	10·9	10·4	10·0	9·3	8·7	7·7	6·9	6·5
$s =$	2·624	2·635	2·640	2·645	2·652	2·669	2·671	2·680	2·684

Verhältniss $n : o$	Labradorit				Bytownit			Anorthit	
	1 : 1	3 : 4	2 : 3	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 6	1 : 8	0 : 1
Kieselsäure .	55·4	53·6	52·9	51·2	49·1	47·9	46·5	45·7	43·0
Thonerde . .	28·5	29·8	30·3	31·4	32·8	33·6	34·6	35·1	36·9
Kalkerde . .	10·4	11·7	12·3	13·6	15·3	16·3	17·3	18·0	20·1
Natron . . .	5·7	4·9	4·5	3·8	2·8	2·2	1·6	1·2	0·0
$s =$	2·694	2·703	2·708	2·716	2·728	2·735	2·742	2·747	2·758

Albit *(Ab)*.

Bei den Feldspathen, welche der reinen Albitsubstanz nahestehen, sind die optischen Verhältnisse verhältnissmässig noch ziemlich einfach und leicht bestimmbar und ihre optische Orientirung ist auch wirklich seit Des Cloizeaux's ausführlichen Beobachtungen in hinreichender Weise bekannt.

Hier war der Zweck meiner Untersuchungen hauptsächlich darauf gerichtet, die bereits bekannten Thatsachen durch neue Beobachtungen an anderen Vorkommnissen zu vermehren und zu-

Digitized by Google

gleich durch eigene Anschauung für die vergleichende Betrachtung der übrigen Plagioklase einen Ausgangspunkt zu gewinnen. Dazu standen mir Krystalle von Fusch im Pinzgau, sowie Krystalle von der durch G. vom Rath näher bekannten Fundstätte von Schmirn in Tirol zur Verfügung. Letztere werden von dem erwähnten Forscher in seiner oben citirten Arbeit (S. 155) geradezu als Typus der gewöhnlichen Albitvarietäten hingestellt, denen gegenüber dem Periklin Breithaupts eine grössere Divergenz der Brachyaxen (4° 17′) und der Verticalaxen (8° 10′) zukommt[1]).

Die Krystalle von Fusch sind nicht nur gänzlich eingelagert in feinschuppigem Chlorit, aus dem sie sich übrigens leicht herauslesen lassen, sondern sie sind in der Regel von Chloritschuppen, die sich in ihrem Innern bald unregelmässig vertheilen, bald längs den verschiedenen Spaltebenen anordnen, so erfüllt, dass sie in Folge dessen grüngefärbt erscheinen und nur an wenigen Stellen die für die optische Untersuchung nöthige Klarheit und Durchsichtigkeit besitzen.

In dieser Beziehung verdienen die meist tafelförmig nach *M* ausgebildeten, auf Kalk aufgewachsenen Krystalle von Schmirn, welche höchstens durch etwas Eisenoxyd hie und da röthlich gefärbt, im Uebrigen wasserklar sind, vor den allerdings viel grösseren (bis 3 Cm. langen und 1 Cm. breiten) in der Regel mehr gleichförmig ausgebildeten von Fusch den Vorzug.

Von Spaltbarkeiten wurde ausser derjenigen nach End- und Längsfläche, noch die nach beiden Prismenflächen, und zwar nach dem rechten Prisma eine deutlichere beobachtet.

Bei Betrachtung der Zwillingskrystalle nach dem Albitgesetz gewinnt man in der Regel den Eindruck, als ob zwei Hauptindividuen vorhanden wären, ein rechtes und ein linkes, und als ob blos ein Uebergreifen des einen in das Gebiet des andern an der mitunter treppenförmig absetzenden Zwillingsgrenze, oder eine Einlagerung von Theilen des einen Individuums in dem andern stattfände; es scheint für die Krystalle der Endglieder der Plagioklasreihe überhaupt charakteristisch, dass die polysynthetische Ausbildung der Zwillinge nicht den Grad von Vollkommenheit erreicht, wie in den

[1]) Dem entsprechend ist die Lage des rhombischen Schnittes gegen *P*/*M* bei diesen Varietäten + 22° (ungefähr), dagegen beim Periklin nur + 18°.

Digitized by Google

Mittelgliedern, und dass sich die Individuen hier häufiger in keilförmigen Stücken, als in parallelen Lamellen berühren.

Auch Coexistenz des Gesetzes: Zwillingsaxe die Normale zu *M* und des Karlsbader Gesetzes (mit der Querfläche als Berührungsebene) wurde mehrfach beobachtet.

Beiden Albitvarietäten kommt ein nahezu vollständig gleiches optisches Verhalten zu.

1. Die Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte ergab für die der Kante *M*/*P* zunächst gelegene Hauptschwingungsrichtung eine Neigung gegen dieselbe Kante im gleichen Sinne wie die Trace des rechten Prismas auf der Endfläche und wie die Trace der Fläche *y* auf der Längsfläche (mithin einen positiven Winkel im oben angegebenen Sinne[1]). Die Grösse dieses Winkels wurde im *Na*-Licht durch möglichst genaue Bestimmung des Maximums der Auslöschung ermittelt, und zwar an Spaltungsstücken parallel der Endfläche, die aus zwei Individuen nach dem Albitgesetz bestanden zu + 3° 47′ (linkes) und 3° 48′ (rechtes Individuum) Albit von Fusch, zu + 3° 40′ (horizontal aufliegendes)[2]) und + 3° 54′ (schiefes Individuum) Albit von Schmirn; ferner an Krystallen, die auf der einen Seite nach *M* abgespalten waren, wurde derselbe Winkel für die Auslöschungsschiefe auf der Längsfläche zu + 17° 35′ (Fusch) und + 17° 54′ (Schmirn) bestimmt. Beiläufige Bestimmungen an mehreren anderen Spaltblättchen nach *P* und *M* weichen nur innerhalb der Grenzen ihrer Beobachtungsfehler von den angeführten ab.

2. Convergentes polarisirtes Licht. Wenn man einen flach ausgebildeten Zwillingskrystall, dessen Längsflächen möglichst frei sind von der bei Albiten so häufigen treppenförmigen Combinationsstreifung, durch Zerspalten nach *M* in seine beiden Hälften trennt und diese unter dem Nörremberg betrachtet, dann sieht man sogleich, dass in der Nähe der Normalen zu *M* eine Mittellinie austritt, und Versuche mit der Quarzplatte beweisen, dass dieselbe

---

[1]) Siehe Seite 149 der Einleitung (II. Gang und Methode der Untersuchung) Figur 1.

[2]) Dieses Spaltblättchen, an dem das eine Individuum viel grösser war, wurde derart mit einem Tropfen Canadabalsam auf dem Objectträger befestigt, dass die Endfläche des grösseren Individuums horizontal lag. Wie man sieht, wird hiedurch kein besonderer Unterschied bedingt.

Digitized by Google

positiv sei, das heisst, mit der Axe der kleinsten Elasticität (c) zusammenfällt.

Man bemerkt sowohl Lemniskaten als die Anfänge der den Axen zugehörigen Ringsysteme; von den Lemniskaten ist an der einen Seite eine grössere Zahl wahrzunehmen, ein Beweis, dass die Axenebene gegen die Plattennormale geneigt ist. Die genaue Verfolgung dieser Erscheinung zeigt, dass sie in Wirklichkeit durch eine Neigung der optischen Axenebene gegen die scharfe Kante P/M hervorgerufen wird. Einem in der oben angegebenen Orientirung von rechts her betrachteten Krystalle entspricht daher das in der Fig. 3, Tafel III, gegebene Interferenzbild. Die Axenpunkte selbst sind in Luft nicht mehr sichtbar, doch scheinen die optischen Axen fast genau symmetrisch zur Plattennormale zu liegen, wenigstens lässt sich beim blossen Anblick unter dem Nörremberg darüber nicht mit Sicherheit entscheiden, ob eines und welches der beiden Ringsysteme mehr in das Gesichtsfeld gerückt ist, woraus folgt, dass die Auslöschungsschiefe auf M beim Albit fast genau mit der Trace der optischen Axenebene zusammenfällt.

Mehrere Versuche mit dem Schneider'schen Polarisationsapparat, welcher bekannntlich nicht nur durch Drehung des Objectträgers um eine Horizontalaxe, sobald die optische Axenebene vertikal steht, eine Messung des scheinbaren Axenwinkels in Glas, sondern auch durch eine bis zu 15° gehende Neigung des Präparates um eine zur früheren senkrechten Horizontalaxe gleichzeitig einen Schluss auf die Neigung der Axenebene gegen die Plattennormale gestattet, zeigten, dass im Albit diese Neigung etwas mehr als 15° beträgt; gleichzeitig liessen die Beobachtungen vermuthen, dass hier die Mittellinie höchstens 1·7° von einer durch die Plattennormale zur Trace der Axenebene senkrecht gelegten Ebene nach hinten zu abweicht. Der scheinbare Axenwinkel in Glas wurde für den Albit von Schmirn zu 79·8°, 80·5°, 80·7°, für den Albit von Fusch zu 78·5° bestimmt. An einem aus Albit von Zöptau in Mähren über der scharfen Kante P/M unter einem Winkel von ungefähr 163° 10′ zu M und 102° 40′ zu P angefertigten Schliffpräparat, welches auf der Axenebene genau, auf der Mittellinie fast genau senkrecht steht, betrug derselbe 79·5° und die Auslöschungsschiefe gegen die Trace von P und M ca. 20° (im selben Sinne wie auf M).

Digitized by Google

Der Axenwinkel scheint sonach für alle diese Vorkommnisse gleich und im wesentlichen constant. Von der gewöhnlichen Dispersion war in allen Fällen $\rho < \upsilon$ in der 45°-Stellung deutlich zu bemerken.

Da es nicht uninteressant ist, die bei sämmtlichen Plagioklasen auftretenden Dispersionserscheinungen im Zusammenhange zu betrachten, die gewöhnliche Dispersion hier aber niemals allein vorhanden ist, so habe ich, wie oben erwähnt, zum Zwecke des Vergleiches für jedes der hauptsächlichsten Glieder der hier zu betrachtenden Reihe auf einer besonderen Tafel (III) eine Skizze der von mir um die positive Mittellinie (c) herum beobachteten Dispersionen angefertigt. Zur ersten dieser Figuren, welche sich auf den Albit bezieht, gebe ich folgende Erklärung:

1. 90°-Stellung. Bei der Axe *a* (welche auf der rechten *M*fläche vorn austritt), lässt sich eine obere Hälfte mit flacheren, und eine untere mit gekrümmteren Ringen unterschieden. Der Horizontalbalken des schwarzen Kreuzes ist beiderseits blau gefärbt, am oberen Rande etwas weniges stärker; an dem inneren und äusseren Rande des 1. Ringes sind gelbe, am oberen und unteren Rande rothe und orange Farben vertreten.

An der anderen (hinteren) Axe *b* sind die Farben überhaupt heller und auch der Gegensatz in der Form beider Hälften deutlicher; hier sind die Ringe umgekehrt oben runder, unten flacher; letztere Hälfte ist fast nur mit matteren roth-braunen Farben gefärbt; der Horizontalbalken oben stark blau und der gegenüberliegende obere Rand des 1. Ringes stark roth gefärbt.

Dieses Ringsystem erscheint etwas grösser als das andere.

2. In der 45°-Stellung sind die Hyperbelränder von *a* beiderseits schwach blau, innen um eine Nuance stärker gefärbt, ebenso auch der gegenüberliegende Innenrand des 1. Ringes mit stärkerem Roth versehen als der Aussenrand. An der Axe *b* macht sich ein Gegensatz zwischen dem oberen und unteren Rande des 1. Ringes geltend, indem an ersterem die rothen, an letzterem die blauen Farben vorherrschen, gleichzeitig ist blos die Innenseite der Hyperbel mit einer ausgesprochenen Farbe und zwar intensivem Blau bekleidet.

Digitized by Google

Es erscheint hier also nicht blos $\rho < \upsilon$, sondern auch (schon weniger deutlich) geneigte und schwache horizontale, ja selbst eine Spur gekreuzter Dispersion vertreten.

Sämmtliche hier mitgetheilte Beobachtungen stehen im Einklange mit den bereits von Des Cloizeaux in seinen beiden oben citirten Schriften gelieferten Daten, von denen ich das Wesentlichste hier in Erinnerung bringe. Nach ihm ist der Winkel der Auslöschungsrichtungen zweier nach dem Albitgesetz verbundener Lamellen (bestimmt an Schliffen senkrecht zu *M* und in der Nähe von *P*) im weissen Tageslicht für Albite des Dauphiné, Schweiz, Tirol, Kiräbinsk am Ural, Arendal, Snarum + 7° 37′ bis + 8° 54′[1]). In sehr dünnen Platten parallel *M* beträgt die Auslöschungsschiefe constant nahe + 20° (19° 58′ Krystalle von Tirol, 18° 31′ bis 20° 30′ Roc Tourné Savoyen).

In seinem Mémoire 1875 hatte Des Cloizeaux der Einfachheit wegen angenommen, dass eine Ebene (*S*) senkrecht zur spitzen Bissectrix im Albit der Kante *P*/*M* parallel gehe, was jedoch nicht genau der Fall ist, wie schon aus der Beobachtung der Interferenzerscheinungen auf der Längsfläche hervorgeht. Es sind daher die dort angeführten Daten über die Lage einer solchen Ebene, besonders was die Neigung zu den Prismenflächen betrifft, nur annähernd richtig. Des Cloizeaux hat übrigens in seinem späteren Mémoire 1876 selbst darauf aufmerksam gemacht und l. c. S. 45 angegeben, dass man die alten Zahlen durch folgende ersetzen kann: $PS = 101° 0′$, ST[2]) $= 120° 32′$, $SM = 164° 38′$. Es muss jedoch befremden, dass er an derselben Stelle den Satz ausgesprochen hat, dass dies aus der zuvor mitgetheilten Auslöschungsschiefe auf der Endfläche folge, weil man danach und nach einigen vorausgehenden Bemerkungen versucht wäre, zu glauben, als ob Des Cloizeaux die Auslöschungsschiefe auf *P* mit der Trace der genannten Ebene identificirt und daraus jene Daten umgerechnet hätte. Ein Schluss von der Auslöschungsschiefe auf der Endfläche

[1]) Nur in den feingestreiften, theils durchsichtigen, theils kaolinisirten Massen von St. Vincenz in Steiermark, welcher Fundort mit Sobboth identisch ist, fand Des Cloizeaux die Auslöschungsschiefe auf *P* viel kleiner, nicht über 2° 45′ (siehe Mémoire sur le microcline etc. 1876, S. 45 des Separatabdruckes, unten).

[2]) T = linkes Prisma $(1\bar{1}0)$.

Digitized by Google

auf die Lage der Bissectrix hätte aber keine Berechtigung, da die erstere je nach der Lage der Axenebene und der Grösse des Axenwinkels beliebig variiren kann, selbst wenn die letztere (die Bissectrix) in der Zone P/M liegt, die Trace einer zu ihr senkrechten Ebene also mit der Kante zwischen P und M vollkommen zusammenfällt.

Der Axenwinkel in Öl beträgt $2Ha = 80° 39'$ roth, $81° 35'$ grün, $81° 59'$ blau (Roc Tourné). Der Axenwinkel ist nach Des Cloizeaux bei einer und derselben Localität constant und bei verschiedenen Vorkommnissen zwischen $81°$ und $86°$ variirend. Auf diesen Punkt komme ich noch später zurück. Hinsichtlich der Dispersion sind seine Mittheilungen den oben gemachten ganz ähnlich.

Oligoklasalbit ($Ab_6\ An_1$).

Plagioklas von Sobboth in Steiermark.

Analyse von stud. phil. A. Smita[1]).

Spec. Gew. 2·62

SiO_2	64·75 Proc.
Al_2O_3	22·25 „
CaO	2·67 „
Na_2O	10·17 „
K_2O	0·37 „
	100·21

Plagioklas von Wilmington, Delaware, N. A.

Analyse von Herrn Teclu[2]).

SiO_2	64·75 Proc.
Al_2O_3	23·56 „
CaO	2·84 „
Na_2O	9·04 „
K_2O	1·11 „
	101·30

[1]) Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Ludwig. Siehe Tschermak, Min. Mitth. 1877, 3. Heft, S. 265.

[2]) Ebendaselbst; siehe Tschermak, Min. Mitth. 1871, S. 55.

Digitized by Google

Die beiden Feldspathe von Sobboth und von Wilmington sind demnach durch die Stellung ausgezeichnet, in der Mitte zwischen den gewöhnlich als Albit und Oligoklas bezeichneten Gliedern der Reihe der Kalknatronfeldspathe, welche ihnen nach ihrer chemischen Zusammensetzung angewiesen werden muss. Es war von grossem Interesse, zu erfahren, ob auch ihr optisches Verhalten diesem Umstande gemäss zwischen den beiden die Mitte halte.

Das Material meiner Untersuchung entstammte theils der Sammlung des Univ.-Institutes (Plag. v. Sobboth), theils dem Hofmineraliencabinete [1]) (Plag. v. Wilmington).

Die Spaltungsstücke des letzteren zeigen sämmtlich eine oft wiederholte polysynthetische Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz mit einer meist sehr gleichförmigen Ausbildung der beiden bald breiteren, bald engeren Lamellensysteme, und sind zwar stellenweise weisslich gefärbt und trüb, stellenweise aber gut durchsichtig.

Das Gleiche gilt vom Sobbother Plagioklas; nur ist hier als eine Eigenthümlichkeit zu verzeichnen, dass neben solchen Partien, denen eine so ausgezeichnete Zwillingsstreifung zukommt, ebenso grosse Partien von mehreren Kubikcentimetern Ausdehnung sich finden, welche nicht allein vollkommen homogen, wasserklar und farblos (höchstens mit einem Stich in's grünliche), sondern auch vollkommen frei von jedweder Zwillingsbildung sind und einem Adular ausserordentlich ähnlich sehen. Ursprünglich lag die Vermuthung also nahe, dass hier gleichzeitig ein Orthoklas vorliege; nach einer beiläufigen optischen Untersuchung wäre die Frage nicht so leicht zu entscheiden gewesen; allein die Messung des Winkels zwischen der Spaltbarkeit nach *P* und *M* entfernte jeden Zweifel, dass die Stücke identisch seien mit den übrigen so schön gestreiften Partien. Auch sonst noch sind mir im Laufe der Untersuchung allerdings mehrmals Fälle vorgekommen, wo selbst unter dem Mikroskope auf *P* keine Zwillingsstreifung sichtbar war (an Krystallen sowohl, z. B. vom Anorthit vom Vesuv, von denen dies längst bekannt ist, ebenso vom Andesin des Porphyrites Dep. du Var. etc., als auch an Spaltungsstücken, wie von Sobboth, Ojamo etc.).

---

[1]) Durch die freundliche Vermittlung des Herrn Dr. A. Brezina.

Digitized by Google

Allein es ist dies immer eine Ausnahme und gilt für Spaltungsstücke meist nur stellenweise, und wenn man behufs Untersuchung im convergenten Lichte danach trachten muss, solche Spaltungsstücke nach *M* zu erhalten, die wirklich nur aus einem Individuum bestehen, dann hat man die beste Gelegenheit, sich zu überzeugen, wie charakteristisch die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz für die eigentlichen Plagioklase (die Mittelglieder zwischen Albit und Anorthit) wirklich ist.

Es wird darum diese Streifung wohl stets nicht nur ein untrügliches Zeichen des Vorhandenseins von Plagioklasen bleiben, sondern auch das gänzliche Fehlen einer solchen unter Anwendung der nöthigen Vorsicht mit Sicherheit auf die Abwesenheit triklinen Feldspathes schliessen lassen. Es ist zu verwundern, dass man auf das Auffinden solcher Ausnahmen mehrfach solches Gewicht legt. Allerdings mahnen die letzteren zu ganz besonderer Vorsicht, wenn man in einem Gestein, welches beispielsweise Plagioklasbruchstücke enthält, gleichzeitig Orthoklas nachweisen will.

Auch dürften Verwachsungen von Oligoklas und Orthoklas nicht so häufig sein, als man mehrfach geglaubt hat; so zeigte sich in einem Dünnschliffe nach *P* des Feldspathes von Els, welcher nach seinen optischen Eigenschaften ein Oligoklas zu sein scheint, jenes zackenförmige unregelmässige Ineinandergreifen von einer mit äusserst feiner Zwillingsstreifung versehenen Substanz und einer solchen, die davon frei ist; die Messung des Spaltwinkels ergab auch für die letzteren Partieen triklinen Feldspath. Wenn man hier nicht genau zusieht, bemerkt man unter dem Mikroskope zwischen gekreuzten Nicols nur eine dunkle gleichförmig graue Masse.

Auch bei vorstehenden Plagioklasen wurde Spaltbarkeit nach beiden Prismenflächen (nach dem rechten wieder die deutlichere) wahrgenommen.

Diejenigen Stücke, welche frei von Zwillingslamellen waren, lieferten nur selten glatte Spaltflächen nach *M*, meist trat bei dem Versuche, diese Spaltfläche darzustellen, eine Art muschligen Bruches ein.

Die optischen Verhältnisse haben zwar grosse Aehnlichkeit mit denen des Albites, zeigen jedoch (namentlich in der Auslöschungsschiefe auf den Längsflächen) schon eine bedeutende Annäherung an die des Oligoklases.

Digitized by Google

1. Unter dem Mikroskope im parallelen polarisirten Lichte.

Schöne Spaltblättchen nach P, in denen beide Lamellensysteme möglichst gleichförmig und breit ausgebildet waren, ergaben im *Na* licht + 2° 29′ im einen, + 2° 37′ im andern System (Sobboth); + 2° 03′ die eine, + 2° 18′ die andere Hälfte (Wilmington); ein auf einer Spaltfläche nach M aufgeklebtes, von oben her dünner geschliffenes Blättchen von Sobboth zeigte das Maximum der Auslöschung unter + 11° 44′, schöne Spaltblättchen nach der Längsfläche bei + 11° 36′ (Sobboth), + 11° 13′ (Wilmington).

Unter den von Des Cloizeaux untersuchten triklinen Feldspathen besitzt keiner eine gleiche Lage der Hauptschwingungsrichtungen auf M[1]).

Das an so schönem Materiale und an zwei Feldspathen von ganz ähnlicher chem. Zusammensetzung in so übereinstimmender Weise gewonnene Resultat schien zu erweisen, dass in der verschiedenen Grösse der Auslöschungsschiefen noch kein fundamentaler Gegensatz zwischen den optischen Eigenschaften des Albites und Oligoklases zunächst (und vielleicht aller übrigen Plagioklase) begründet sei, indem dieselben nicht unvermittelt dastehen.

Dieser Gedanke, bestärkt durch die in der letzten Schrift von Des Cloizeaux „sur lemicrocline" enthaltenen zahlreichen Winkelangaben, welche zum Theile zwischen Werthen schwanken, die nach beiden Seiten hin den nächststehenden Gliedern der Reihe sich nähern, wurde der leitende Gedanke für die weiteren Untersuchungen.

2. Die Betrachtung von Spaltblättchen nach der Längsfläche im convergenten polarisirten Lichte gibt näheren Aufschluss darüber, in wieferne die optische Orientirung vom Albite abweicht.

Das Bild unter dem Nörremberg ist wesentlich dasselbe wie bei den Albiten, nur dass die Bissectrix hier offenbar noch weniger von der Normalen des Blättchens abweicht; der Unterschied in der Zahl der auf beiden Seiten sichtbaren Lemniskaten ist nemlich noch geringer als dort. Gleichzeitig bemerkt man, dass der Axenwinkel ein grösserer sein muss (die Axenpunkte erscheinen weiter nach Aussen gerückt). Dies Alles lässt sich jedoch ungestört nur

[1]) Merkwürdiger Weise entspricht, wie ich bestätigen kann, dem farbenwandelnden Feldspath aus dem Zirkonsyenit Norwegens eine ganz ähnliche Orientirung, der zu Folge Des Cloizeaux denselben als eine besondere Varietät unter den Orthoklasen hervorhebt.

Digitized by Google

an solchen Stücken (Sobboth) betrachten, die ganz frei von Zwillingslamellen sind. Dieselben im Schneider'schen Apparat betrachtet, lassen erkennen, dass die Axenebene zwar ebenfalls nach abwärts neigt, aber mit der Normalen zu *M* einen kleineren Winkel (von ca 10°) einschliesst als bei den Albiten. Der Axenwinkel in Glas nähert sich ebenfalls stark dem Rechten, derselbe wurde an verschiedenen Stücken von Sobboth zu 86°, 86·5°, 87° gemessen. Das Dispersionsbild ist dagegen von dem der Albite nicht weiter zu unterscheiden.

Ist das Spaltblättchen nach *M* aus übereinanderliegenden Lamellen nach dem Albitgesetz aufgebaut, dann treten natürlich Störungen der Interferenzerscheinungen ein, die aber interessanter Weise, wenn die Lamellirung eine submikroskope ist (in Folge dessen, dass die Axenebene von der Drehungsaxe der Zwillingsindividuen so wenig abweicht und die Axen selbst nahezu symmetrisch zu derselben austreten), trotz ihrer Deformität wieder einen sehr regelmässigen und symmetrischen Anblick gewähren können. In der 90°-Stellung fällt diese Störung nothwendiger Weise, wie eine einfache Ueberlegung erklärlich macht, am meisten auf, in der 45°-Stellung erscheinen aber ziemlich wohlerhaltene Hyperbeln und die Dispersion $\rho < \upsilon$ wie bei den früheren Stücken; nur der innerste Ring liegt nicht concentrisch im zweiten Ring, sondern tangirt diesen am Durchschnittspunkte mit der Hyperbel, an jener Seite, nach welcher vermuthlich die Bissectrix der vorherrschenden Lamellen hinneigt.

Von den Plagioklasen, deren Untersuchung wir Des Cloizeaux verdanken, wären in die Nähe der betrachteten Oligoklas-Albite zu stellen:

1. Der opalisirende Peristerit von Kanada, dem nach Des Cloizeaux auf *M* eine Auslöschungsschiefe von + 15° 33′ bis + 16° 36′ und ein Axenwinkel in Oel von $2Ha = 89°\ 7'$ roth und 89° 48′ blau (Bathurst), 88° 32′ roth, 89° 16′ blau (Burgess) zukommt.

2. Der Mondstein von Mineral Hill in Pennsylvanien[1]) mit einem gleich grossen Axenwinkel und gleich dem vorigen nach Kalk- und Alkaliengehalt zwischen $Ab_{12}\ An_1$ und $Ab_6\ An_1$ stehend.

3. Der sogenannte Tschermakit von Bamle in Norwegen. Der Berechnung zufolge, welche M. Bauer seinerzeit[2]) nach den Ana-

[1]) Eine Analyse von Pisani theilt Des Cloizeaux in seinem 1. Mémoire (Sur les propriétés etc.) Seite 13 des Separatabdruckes mit.

[2]) Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. 1875, S. 238.

Digitized by Google

lysen von Hawes und Pisani angestellt hat, besitzt derselbe im Mittel die Zusammensetzung: SiO_2 66.06%, Al_2O_3 21·24%, CaO 2·78%, Na_2O 9·92%, welche einem Gemische von Ab_9 An_1 ziemlich genau entspricht. Des Cloizeaux gibt seinen Axenwinkel 2 Ha = 87° 42′ roth, 88° 24′ blau an.

Es wäre gewiss interessant zu wissen, ob auch bei vorstehenden Feldspathen die Neigung der optischen Axenebene gegen die Normale von M geringer ist, als bei den Varietäten mit kleinerem Axenwinkel (den echten Albiten).

Oligoklas (Ab_5 An_1 bis Ab_1 An_1).

Die Schwierigkeiten, welche sich einer genauen Bestimmung insbesondere der Lage der Hauptschwingungsrichtungen unter den Plagioklasen überhaupt entgegenstellen, sind bei den eigentlichen Oligoklasen und den nahestehenden Mischungen schon ziemlich bedeutend. Einmal schon wegen ihrer ausserordentlich complicirten Zwillingsbildung, die mit der Art ihres Vorkommens zusammenzuhängen scheint, und die hier wirklich besonders häufig bis zu submikroskopischer Feinheit herabsinkt; ferner weil sie fast nie durchsichtig, meist trübe, weisslich oder röthlich gefärbt, in der Regel mit zahlreichen Einschlüssen, wie Apatitnadeln (so besonders ein Feldspath von Els in N.-Oesterreich), oder Eisenglanz (Sonnenstein) etc. versehen oder mit krümlichen Körnchen und Pünktchen, die von Zersetzung herrühren, angefüllt sind; endlich aus dem Grunde, weil die optischen Verhältnisse hier in der That an derselben Localität (innerhalb enger Grenzen allerdings) zu variiren scheinen und weil sie der monoklinen Symmetrie sehr nahe kommen, ohne dieselbe zu erreichen.

Der Sonnenstein von Tvedestrand hat nach der Analyse von Scheerer folgende Zusammensetzung:

Specifisches Gewicht 2·656.

SiO_2	61·30	Proc.
Al_2O_3	23·77	„
Fe_2O_3	0·36	„
CaO	4·78	„
Na_2O	8·20	„
Ka_2O	0.94	„
	99·35	Proc.

Digitized by Google

Er kann daher als Repräsentant der Mischung $Ab_3\ An_1$, mithin als typischer Oligoklas angesehen werden und wurde als solcher von mir näher untersucht.

1. Im parallelen polarisirten Lichte. Die Bestimmung der Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen auf P bereitete hier einige Schwierigkeit, weil die Auslöschungsschiefe gegen die Kante P/M sich der Null nähert.

Mehrfache Beobachtungen an Zwillingsindividuen nach dem Albitgesetz, mit Berücksichtigung der Spaltwinkel der vorherrschenden Lamellen, ergaben jedoch übereinstimmend stets eine gleiche Orientirung wie beim Albit, nur einen kleineren Winkel gegen die Kante. Hier sei bemerkt, dass mit Sicherheit nur Spaltbarkeit nach dem rechten Prisma beobachtet wurde, dass die nach dem linken wohl mehrfach durch Spaltrisse angedeutet, jedenfalls aber noch unvollkommener ist. Bei der Ungunst des Materiales musste zur genauen Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf P ein solches Spaltblättchen verwendet werden, wo wenigstens das eine der Lamellensysteme eine hinreichende Breite hatte, und welches möglichst wenig Einschlüsse enthielt. Der gefundene Winkel betrug $+ 1^\circ 10'$ (Na-Licht). Beiläufige Bestimmungen an zahlreichen Spaltungsstücken gaben geringe Abweichungen (zuweilen einen etwas kleineren Winkel).

Die Spaltbarkeit nach M ist meist ausserordentlich schwer so darzustellen, dass es zu einer glatten Fläche käme, und zwar wegen des häufigen Auftretens von Zwillingsbildungen, nach denen die Flächen M der verschiedenen Individuen kleine Winkel einschliessen.

An einem guten Blättchen wurde die Auslöschungsschiefe zu $+ 3^\circ 54'$ im Na-Licht bestimmt (ähnlich wie bei den gewöhnlichen Orthoklasen); dieser Winkel kann in der That für einen Mittelwerth gelten, indem sonst noch dieselbe zwischen 4°, $3{\cdot}9^\circ$, $3{\cdot}4^\circ$, 3° und 2° variirend gefunden wurde, ja auch solche Stücke beobachtet wurden, wo die Auslöschungsschiefe der Kante P/M nahezu parallel geht. Immer aber wurde der Winkel positiv, d. i. gleichgerichtet gefunden, wie bei den vorhergehenden Feldspathen.

Es scheint also aus den Beobachtungen im parallelen polarisirten Lichte hervorzugehen, dass hier die optischen Verhältnisse an verschiedenen Stücken desselben Vorkommens etwas variiren.

Digitized by Google

Doch ist hervorzuheben, dass eine Fehlerquelle aus einer mehr weniger versteckten Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz entspringen kann, und zwar aus der Eigenthümlichkeit derartiger Zwillingsindividuen nach dem rhombischen Schnitte zu verwachsen, wie dies G. vom Rath (s. oben) für eine ganze Reihe von Plagioklasen dargethan hat.

Wenn es sich darum handelt, auf *M* die Grösse der Auslöschungsschiefe zu bestimmen, hat man nemlich nicht den Vortheil, etwa den doppelten Winkel der Hauptschwingungsrichtungen zweier Zwillingslamellen messen und so die Beobachtungsfehler auf die Hälfte reduciren, oder auf das Maximum der Dunkelheit der einen und der andern Individuen, dann auf die scharfe Zwillingsgrenze beider gesondert einstellen und die so gefundenen Werthe gegenseitig vergleichen und controliren zu können; hier hängt der gefundene Werth nicht nur davon ab, ob das Spaltblättchen nach *M* flach aufliegt und gut auslöscht, sondern auch hauptsächlich davon, ob die Kante *P*/*M* scharf einstellbar ist. Wenn daher Spaltrisse nach *P* vorhanden sind, so wird es sich im Allgemeinen empfehlen, dieselben zu benützen. Hier ist aber grosse Versicht geboten, denn es kommen häufig solche parallele Liniensysteme vor, die Spaltrissen nach *P* sehr ähnlich sind; wenn man genau zusieht, bemerkt man, dass solche Spaltungsstücke *M* oben und unten nicht von parallelen Rändern begrenzt sind; wenn man solche Blättchen sehr dünn schleift, löst sich das Räthsel in der Weise, dass zwar eine Hauptmasse vorhanden ist, deren Spaltbarkeit *P* die eine Randkante wirklich entspricht — die andere Randkante — und es ist bemerkenswerth, dass sie mitunter viel schärfer begrenzt erscheint, als die erste — den feinen, bisweilen nadelförmig abgerissenen, bisweilen aber die ganze Länge des Präparates durchziehenden Streifen parallel geht, welche unter 3°—4° gegen die Spaltrisse nach *P* in demselben Sinne wie die Auslöschungsrichtung geneigt sind, und welche ich nach Analogie von Erscheinungen, die ich an vielen anderen Plagioklasen (namentlich den Labradoriten) genauer beobachten konnte, als zwillingsartig nach dem vom Rath'schen Gesetze eingeschaltete Partien ansprechen muss. Die Lage dieser feinen Zwillingslamellen stimmt auch mit den an anderen

Digitized by Google

Oligoklasen [1]) bezüglich des rhombischen Schnittes gemachten Beobachtungen vollkommen überein und ist, wie ersichtlich, eine derartige, dass die Auslöschungsschiefe des Hauptindividuums denselben nahezu parallel geht und daraus und auch aus der durch die übereinander lagernden Nadeln gestörten Auslöschung kann eben eine Fehlerquelle der Beobachtungen entstehen.

Auch Des Cloizeaux hat für sehr dünne Platten aus den grünlichen Krystallen von Bamle und dem graulichweissen Feldspath von Arendal auf ähnliche Erscheinungen hingewiesen [2]); dort scheinen sie viel häufiger und deutlicher als beim Oligoklas von Tvedestrand aufzutreten, wie ich mich an Handstücken der Institutssammlung überzeugen konnte.

2. Im convergenten polarisirten Lichte bemerkt man an Spaltblättchen nach *M* Interferenzerscheinungen, die von denjenigen der Albite und insbesondere der Oligoklasalbite im ersten Augenblicke gar nicht zu unterscheiden sind. Allein bei näherer Betrachtung zeigt es sich, dass die Axenebene ihre Lage in der Weise verändert hat, dass die in der Nähe der Normalen von *M* austretende Mittellinie (die auch hier sich positiv verhält) nicht mehr gegen die scharfe, sondern gegen die stumpfe Kante *P*/*M* hinneigt, also nach aufwärts gerichtet ist, in dem orientirt gestellten, von rechts betrachteten Krystall (siehe Fig. 4, Taf. II). Die Axenpunkte scheinen noch weiter ausserhalb des Gesichtsfeldes zu liegen, ein Beweis, dass die Wanderung der Elasticitätsaxe c über die Plattennormale hinaus gegen die stumpfe Kante *P*/*M* hin von einem gleichzeitigen Wachsen des anliegenden Axenwinkels begleitet ist, welcher beim Oligoklas von Tvedestrand [3]), wie die Messung lehrt, bereits grösser als ein Rechter, daher die mit der c-Axe zusammenfallende Mittellinie die des stumpfen Winkels ist.

---

[1]) Siehe in G. vom Rath's oben citirter Arbeit „Ueber die Zwillingsverwachsung nach dem Periklingesetze." S. 167. das über den Plagioklas von Vestre Kjörrestad Gesagte.

[2]) Mémoire sur le microcline etc. S. 48 u. 49 des Separatabdruckes. Nach ihm sind diese Zwillingslamellen im Feldspath von Arendal + 5°, bis 5° 20′ gegen die Kante geneigt.

[3]) Aus den Angaben von Des Cloizeaux über den scheinbaren spitzen und stumpfen Axenwinkel desselben Feldspathes in Oel berechnet sich der diesen Beobachtungen entsprechende wahre Werth zu 84° 6′ und 95° 54′.

Digitized by Google

Die Axen selbst scheinen auch hier fast ganz symmetrisch zur Plattennormale auszutreten [1]), weshalb die der Kante P/M zunächstliegende Hauptschwingungsrichtung ohne grossen Fehler als Trace der Axenebene angesehen werden kann. Die Vollkommenheit der eben betrachteten Interferenzerscheinungen leidet natürlich unter der in der Regel stattfindenden Ueberlagerung von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz und es hängt von der relativen Grösse, Ausbildung und Zahl der Individuen ab, ob in einem speciellen Falle in Folge dieses Einflusses blos die Axenebene weniger schief erscheint oder die ganze Figur, namentlich der Kreuzbalken erheblich gestört ist.

In Folge der unvollkommenen Spaltbarkeit nach M ist man bisweilen in der Lage, Erscheinungen, die zwei nebeneinander an die Oberfläche tretenden Zwillingslamellen entsprechen, zu beobachten.

Ein Präparat aus einem von Zwillingslamellen freien Stück, welches nach einer möglichst vollkommenen Spaltfläche M aufgeklebt und von der anderen Seite her dünner geschliffen war, ermöglichte die Bestimmung des Axenwinkels in Glas mit Hilfe des Schneider'schen Apparates. Bereits bei einer Neigung des Präparates um 11° 30′ gegen die stumpfe Kante P/M hin war die Axenebene vertical gestellt. Der Winkel betrug 100·4° (in Glas). Die Dispersionserscheinungen des Oligoklases sind Tafel III, Fig. 2 abgebildet und ist dazu Folgendes zu bemerken.

1. 90°-Stellung. Die nach vorn austretende Axe a (auf der rechten M Fläche betrachtet) zeigt mattere Farben; auch hier ist die obere Hälfte flacher, die untere stärker gekrümmt; an dem Innenrand des ersten Ringes lagert Roth, welches nach oben und unten hin sich gleichmässig verliert. Der gegenüberliegende Aussenrand ist mit Blau ausgekleidet, welches auch an der Untenseite des Horizontalbalkens noch eine Strecke sich fortsetzt. Die nach hinten austretende Axe (b) gibt ganz dasselbe Bild wie beim Albit. Auch hier sind die Farben heller, der Gegensatz der Krümmung oben und unten viel bedeutender, als an der vorderen Axe. Die stärker gekrümmte obere Hälfte des innersten Ringes ist viel kleiner als

[1]) Beobachtungen im Schneider'schen Apparat würden vermuthen lassen, dass die Mittellinie höchstens 1·5° aus der senkrecht zur Trace der Axenebene durch die Plattennormale gelegene Ebene nach vorn zu heraustritt.

Digitized by Google

jene der Hälften an der anderen Axe. Die untere Hälfte desselben ist wieder mit mattbraunen und rothorangen Farben ausgekleidet, während die Oberseite des Horizontalbalkens stark blau, der gegenüberliegende Rand des innersten Ringes stark roth erscheint.

2. In der 45°-Stellung ist ein Unterschied in der Grösse beider Ringsysteme nicht wahrnehmbar. An der vorderen Axe herrschen matte rothbraune Farben vor (besonders im äusseren Theil). Es zeigt sich hier blos die gewöhnliche Dispersion deutlich.

An der zweiten Axe kann man zunächst einen Unterschied zwischen dem oberen Rand des ersten Ringes (roth) und dem unteren (blau) wahrnehmen. Das Blau zieht sich an den Hyperbelrand hin und färbt ihn an der Innenseite intensiv; der gegenüber liegende Rand des ersten Ringes ist dem entsprechend roth ausgekleidet.

Sonach ist auch hier $\rho < \upsilon$; der ganze Unterschied gegen Albit besteht hauptsächlich darin, dass die geneigte Dispersion mehr zurücktritt, die horizontale verschwindet und schwache gekreuzte nicht allein in der Form der Ringe, sondern auch in der Färbung am Horizontalbalken angedeutet ist.

Mehrere Spaltblättchen nach *M* mit ziemlich breiten Lamellen des Hauptindividuums (auf ähnliche Weise untersucht) zeigten in der 90°-Stellung ein bald mehr bald weniger verwischtes Axenbild, mit sehr starker gekreuzter Dispersion; in der 45°-Stellung waren Hyperbeln und Ringe meist ziemlich ungestört[1]) und bald ganz ähnliche Dispersionserscheinungen wie oben, stets $\rho < \upsilon$, bald indess von einem Unterschied der Dispersionen an beiden Axen fast nichts wahrzunehmen.

Die scheinbare Axenebene war gegen die stumpfe Kante des Hauptindividuums geneigt, die Entfernung der beiden Hyperbelränder wurde oben und unten verschieden (im Mittel zu 100·5° bis 101°) gemessen.

Aus dem Bisherigen dürfte wohl kaum ersichtlich sein, weshalb man für den Oligoklas die Stellung einer selbstständigen, eigenthümlichen Species zu beanspruchen berechtigt sei und weshalb man denselben nicht als das Resultat einer Mischung ansehen

[1]) Bei ungünstigem Materiale könnte hierin sogar eine Fehlerquelle für die Bestimmung des Axenwinkels an Oligoklasen liegen.

Digitized by Google

dürfe, welche Ansichten Des Cloizeaux[1]) seinerzeit als wahrscheinlich hingestellt hat.

Aber auch in dessen zahlreichen eigenen Beobachtungen über Oligoklase, deren wichtigste Ergebnisse ich folgen lasse, scheint mir durchaus kein Grund zu obiger Annahme zu liegen.

Des Cloizeaux hat hauptsächlich durch Ausgleichen der Unebenheiten der basischen Spaltflächen Schliffe möglichst senkrecht zu *M* herzustellen und an diesen den doppelten Winkel der Auslöschungsschiefen der beiden Lamellensysteme oder den zwischen Hauptmasse und Zwillingsgrenze[2]) zu bestimmen gesucht; die gefundenen Zahlen bewegen sich für die Oligoklase von Mineral Hill, Arendal und Bamle in Norwegen zwischen 2° 5′ und 1° als Grenzwerthen; für Krystalle von Tilasiwuori in Finnland und für Plagioklas aus dem alten egyptischen Granit zwischen 2° und 0°. Die Orientirung dieser Auslöschungsschiefen ist nicht ausdrücklich angegeben, doch ist wohl nicht zu zweifeln, dass sie mit der beim Oligoklas von Tvedestrand von mir angegebenen übereinstimmt.

Die Angabe, dass im Oligoklas die Axenebene die Fläche *M* in einer zur Kante *P*/*M* parallelen Linie schneidet (Mémoire sur les propriétés), rectificirt Des Cloizeaux in seiner Arbeit über den Microclin durch Mittheilung genauer Bestimmungen der Auslöschungsschiefen auf *M*.

Dem Oligoklas von Tvedestrand (mit 5° bis 5° 30′) stehen die Oligoklase von Bamle, wofür er 2° 12′ bis 3° 32′, und Arendal, wofür er 1° 51′ bis 4° 37′ angibt, wie man sieht, nicht nur in der chemischen Zusammensetzung[3]), sondern auch in der optischen Orientirung ziemlich nahe.

---

[1]) Siehe dessen briefliche Mittheilung an Prof. G. vom Rath, N. Jahrb. f. Min. 1875. S. 6 des Separatabdruckes.

[2]) Des Cloizeaux bemerkt ebenfalls ausdrücklich, dass in gewissen Fällen das eine System so feine Lamellen aufweist, dass die Hauptschwingungsrichtungen derselben unmöglich genau bestimmt werden können.

[3]) Die Analysen des Feldspathes von Arendal verweisen ihn in die Nähe von $Ab_4\ An_1$ (siehe Tschermak, Feldspathstudien S. 23); der Feldspath von Vestre Kjörrestad, dessen Analyse G. vom Rath (Monatsberichte der k. Akademie der Wissensch. Berlin, 1876, S. 165 des Separatabdruckes) angibt, entspricht sehr nahe $Ab_3\ An_1$.

Digitized by Google

Im Feldspath von Mineral Hill erreicht die Auslöschungsschiefe das Maximum ihres Werthes für Oligoklase (5° 52′ bis 8° 57′ nach Des Cloizeaux).

Aehnlich fand ich in Folge beiläufiger Bestimmungen (für genaue war das Material leider zu wenig vollkommen) an Spaltungsstücken des Feldspathes von Arendal denselben Winkel zwischen 4·5° und 6·7°, am Feldspath von Ytterby zwischen 6·3° und 8·6° schwankend, welch letzterer Werth den bei den Oligoklasalbiten gefundenen sich auffallend nähert. Und in der That steht sowohl der gleichorientirte Feldspath von Mineral Hill, als der von Ytterby in der chemischen Zusammensetzung dem Albite bereits näher, indem letzterer nach der Analyse von Ludwig[1]) das Mischungsverhältniss $Ab_5\ An_1$ repräsentirt.

Die Variationen der optischen Orientirung scheinen sonach mit den Variationen in der chemischen Zusammensetzung geradezu Hand in Hand zu gehen.

Mit den Schwankungen des Axenwinkels, auf welche Des Cloizeaux seinerzeit allzu grosses Gewicht gelegt hat, verhält es sich aber im Grossen und Ganzen ähnlich.

Um consequent zu bleiben, müssen wir auch hier lediglich den Axenwinkel in's Auge fassen, welcher der auf M austretenden „stets positiven" Mittellinie entspricht. Der grösste Werth desselben ist nach Des Cloizeaux's Angabe $2\ Ho = 102°\ 43'$ roth und 103° 46′ blau (Oligoklas von Tvedestrand $Ab_3\ An_1$). Im Feldspath von Arendal ($Ab_4\ An_1$) $2\ Ho = 94°\ 8'$ bis $98°\ 40'$ (ich beobachtete ihn in Glas zu 97·8°). Für den Oligoklas von Ytterby ($Ab_5\ An_1$) gibt Des Cloizeaux dessen Werth zu $2\ Ho = 94°\ 10'$ bis $95°\ 20'$ (roth) an. Ein von Zwillingslamellen freies Stück ergab ihn mir zu 93·7° in Glas, und eine Neigung der Axenebene gegen die Plattennormale zu M von circa 9°.

Für den Feldspath von Mineral Hill fand Des Cloizeaux $2\ Ho = 95°\ 30'$ roth. Man sieht, dass die dem Albit sich nähernden Plagioklase im Allgemeinen einen kleineren Axenwinkel haben.

[1]) Poggend. Annalen 141_{119}.

Digitized by Google

Ausser diesen Varietäten von Oligoklasen mit stets negativer Bissectrix[1]) führt Des Cloizeaux noch zwei andere an, bei denen die spitze Bissectrix „bald positiv, bald negativ ist", wie in dem grünen Feldspath von Bodenmais in Baiern, wo der hier betrachtete auf *M* sichtbare Axenwinkel zwischen 88° 8′ und 98° 42′, also in geringem Masse um 90° herumschwankt.

Diese Variation desselben könnte verschiedene Ursachen haben, so z. B. auch von Temperatureinflüssen herrühren; beobachtete Thatsache, die als solche nichts Befremdliches an sich haben kann, ist jedoch das Wachsen des Axenwinkels, wenn man vom Albit zum Oligoklas fortschreitet, begleitet von einer gleichzeitigen Veränderung der Lage der Elasticitätsaxe c.

Es ist, in diesem Sinne betrachtet, sogar leicht verständlich, warum der Winkel bei den Oligoklasen, wo er sein Maximum zu erreichen scheint, gewissen Schwankungen unterliegt. Wenn Des Cloizeaux aber ein besonderes Gewicht darauf gelegt hat, dass an krystallisirten Stücken von verschiedenen Stellen desselben Fundortes dieser Werth verschieden gefunden wurde, so ist dabei nicht einmal ausgeschlossen, dass die Variationen in der Grösse des Axenwinkels mit den auffallenden Abweichungen, welche Oligoklasanalysen von demselben Fundorte (wie Schaitansk, Ytterby, Arendal[2]) häufig zeigen, zusammenhängen, somit geradezu Verschiedenheiten in dem Mischungsverhältnisse der Endglieder entsprechen.

Um Platten senkrecht zur positiven Mittellinie zu erhalten, muss man nach Des Cloizeaux[3]) im Oligoklase einen Schliff über der stumpfen Kante *P*/*M* unter Winkeln von 112° mit *P*, 161° 50′ mit *M* und 126° 55′ mit *l* (110) anfertigen. Leider ist nicht angegeben, an welchem Feldspath dies Resultat gewonnen wurde; denn, so wie dasselbe für die von mir untersuchten Oligoklase nicht genau Anwendung zu finden scheint, ist es überhaupt wahrscheinlich, dass diese Schliffe bei verschiedenen Oligoklasen eine etwas verschiedene Lage haben müssten.

---

[1]) Das heisst eben blos, dass hier die a-Axe im spitzen Axenwinkel liegt, und in unserem speziellen Falle, dass der der Elasticitätsaxe c anliegende Axenwinkel stets stumpf ist.

[2]) Siehe Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie, 1875 S. 574.

[3]) Mémoire sur les propriétés etc. pag. 5.

Digitized by Google

Andesin ($Ab_3\ An_2$ bis $Ab_4\ An_3$).

Die Existenz von Plagioklasen, welche nach ihrer chemischen Constitution als Mittelglieder zwischen Oligoklas und Labradorit zu betrachten sind, kann seit den zahlreichen in den letzten Jahrzehnten ausgeführten Analysen vom chemischen Standpunkte aus wohl nicht bezweifelt werden.

Schon in seinen Feldspathstudien vermochte Tschermak aus der Zahl der vorhandenen Analysen solche herauszuheben, welche als Beispiele von Vorkommnissen der Andesinmischung zugleich geeignet waren, die seiner Theorie entsprechende Ansicht von der Continuität der Mischungsreihe der Kalknatronfeldspathe zu unterstützen.

Diese Ansicht hat durch die von K. Ritter v. Hauer[1]) und C. Doelter[2]) mittlerweile an zahlreichen Plagioklasen aus den trachytischen Gesteinen Ungarns und Siebenbürgens ausgeführten chemischen Untersuchungen eine weitere Bestätigung erfahren.

Es zeigte sich nämlich, dass die Plagioklase, welche den Hauptbestandtheil jener Gesteine ausmachen, eine zwischen den Mischungsverhältnissen $Ab_1\ An_1$ und $Ab_3\ An_4$ schwankende Zusammensetzung besitzen und dem entsprechend, wie schon der Kieselsäuregehalt von 53—60% andeutet, bald dem Andesin (wie namentlich im Dacite von Nagy-Sebes, Sebesvár, Rogosel), bald dem Labradorite (Hornblendeandesit von Pereu Vitzeluluj, Quarzandesit des Illovathales, von Kisbánya, vom Hajtó, Kureczel, Déva, vom Zuckerhut bei Nagyag etc.) nahestehen, während ein eigentlicher Oligoklas hier nicht vorzukommen scheint.

Es hat damit der in der Petrographie so gebräuchliche Ausdruck „Andesit" sozusagen eine eigenthümliche Bedeutung und Berechtigung gewonnen, besonders da auch G. vom Rath in seiner oben citirten grossen Arbeit über Andesgesteine, die ihm Professor T. Wolf aus Quito gesandt, für die den siebenbürgischen ganz

[1]) Untersuchungen über die Feldspathe in den ungarischen und siebenbürgischen Eruptivgesteinen. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1867, S. 11, 81, 118, 146, 352.

[2]) Zur Kenntniss der quarzführenden Andesite in Siebenbürgen und Ungarn. Tschermak, Min. Mitth. 1873, S. 51. — Ferner: Die Trachyte des siebenbürgischen Erzgebirges, 1874, S. 13.

Digitized by Google

analogen Gesteine des Vulkangebietes von Ecuador, so namentlich des Südabhanges des Mojanda, des Kraters von Pululagua, des Gagua Pichincha und Tunguragua sowie des Gesteins von Toluca den Andesin (nemlich Plagioklase von den Mischungsverhältnissen Ab_2An_1 bis Ab_3An_2) als charakteristischen Bestandtheil nachgewiesen hat[1]).

Allein, trotzdem der Andesin so weit verbreitet erscheint, dass er sowohl in der alten als in der neuen Welt in Mengen sich findet, so macht es doch die Art seines Vorkommens äusserst schwierig, fast unmöglich, für eine genaue optische Untersuchung geeignetes Material zu erhalten. Man hat bekanntlich den Andesin bisher nur als Ausscheidung in der Grundmasse der eben erwähnten und der ihnen entsprechenden vulkanischen Gesteine höheren Alters (der Porphyrite), in einer Grösse, die 4 Mm. meist nicht erreicht, selten überschreitet, niemals aber frei auskrystallisirt als Drusenmineral, oder selbst nur in grösseren Stücken (wie etwa Oligoklas oder Labrador) angetroffen, Thatsachen, die mit Rücksicht auf die Tschermak'sche Theorie leicht verständlich erscheinen.

Es erfordert darum schon die Herstellung brauchbaren Analysenmateriales, wie G. vom Rath l. c. hervorhebt, in diesem Falle viel Mühe und Zeitaufwand; der optischen Untersuchung stellen sich ganz besondere Schwierigkeiten entgegen. Die Methode, das Gestein erst grob zu pulvern, dann den Feldspath daraus auszulesen, welche Doelter zum Zwecke der chemischen Untersuchung als praktisch gefunden hat, kann hier natürlich keine Anwendung finden. Nicht blos die Kleinheit, sondern auch die eminent glasige und rissige Beschaffenheit der hierher gehörigen Feldspathe ist der Darstellung geeigneter Spaltblättchen sehr ungünstig. Dazu kommt ihre in der Regel ausgesprochene Zonalstructur und endlich der Umstand, dass sie stellenweise zwar sehr frisch, stellenweise aber ganz zersetzt, und undurchsichtig sind.

Schon bei einer flüchtigen Durchsicht der in der k. k. geologischen Reichsanstalt[2]), sowie in dem k. k. Hof-Mineraliencabinete vorhandenen, petrographisch meist sehr interessanten und schönen

[1]) Siehe dessen an vollständig frischem Material ausgeführte Plagioklas-Analysen. Z. d. d. geol. Ges. 1875, S. 336 u. 337.

[2]) Das Analysenmateriale war leider nicht mehr vorhanden.

Digitized by Google

Gesteinsproben aus dem siebenbürgischen Eruptivgebiete, noch mehr aber in Folge vielfach angestellter Versuche hatte ich hinlänglich Gelegenheit, von dem eben Gesagten mich zu überzeugen.

Dagegen schien der Feldspath des Porphyrites von St. Raphael, Dép. du Var, aus mehreren Gründen zur Feststellung der optischen Charaktere des Andesins besser geeignet und diente darum als Ausgangspunkt für möglichst genaue Untersuchungen, während Proben der obigen Gesteine (so von Nagy-Sebes, Pereu Vitzeluluj) nur als Vergleichsmaterial Verwendung finden konnten.

In der lichtgrauen, unter dem Mikroskope mikrokrystallinisch erscheinenden, von Magnetkörnchen, hie und da auch von Apatit durchschwärmten Grundmasse des Porphyrites von St. Raphael liegen in reichlicher Menge bis 7 Mm. lange, 4 Mm. breite und 3 Mm. hohe, meist aber viel kleinere Feldspathkrystalle, von denen die grössten sämmtlich in eine weisse erdige Masse von kaolinähnlichem Aussehen verwandelt, die kleineren der Mehrzahl nach von einer weissen Kruste umgeben, im Innern jedoch vollkommen frisch, unter den kleinsten endlich einige noch ziemlich wohlerhalten sind. Die mit einem breiten Magnetitrande versehene, meist stark veränderte, in eine theils thonige, theils chloritische Substanz umgewandelte Hornblende, sowie der im grösseren, bisweilen mit Krystallflächen versehenen Körnern, selten mikroskopisch eingesprengte Quarz treten dagegen in den Hintergrund.

Die vorliegenden Feldspathe sind, soweit sich nachweisen lässt, durchaus Plagioklas, Sanidin scheint lediglich auf die Grundmasse beschränkt.

Herr Dr. L. Sipöcz hatte die Freundlichkeit, eine kleine Menge sorgsam ausgesuchten Materiales zu analysiren. Das Resultat war folgendes:

Spec. Gew. bei 20·4° C. = 2·6787.

I. 0·4323 Gr. Feldspath gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0·2528 Gr. Kieselsäure, 0·1165 Gr. Thonerde, 0·0355 Gr. Kalk und 0·0014 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend 0·000505 Gr. Magnesia.

II. 0·4343 Gr. Feldspath gaben mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen 0·0598 Gr. Chlorkalium und Chlornatrium, daraus wurde 0·0114 Gr. Kaliumplatinchlorid erhalten, entsprechend 0·00219 Gr. Kali und 0·02985 Gr. Natron.

Digitized by Google

Die diesen Daten entsprechende procentische Zusammensetzung stimmt nicht allein mit der für das Mischungsverhältniss $Ab_3\ An_2$ berechneten nahezu vollständig überein, sondern beweist zugleich, dass der in Rede stehende Feldspath identisch sei mit dem von Des Cloizeaux in seinem Manuel de Mineralogie, I., 1862, S. 310—312 als Andesin du porphyre del' Esterel près Fréjus, département du Var beschriebenen und später auch optisch untersuchten Vorkommen, dessen von Rammelsberg ausgeführte l. c. unter f) gleichfalls mitgetheilte Analyse ich zum Vergleiche beifüge.

L. Sipöcz,
Analyse des Feldspathes von St. Raphael.

SiO_2	58·48 Proc.
Al_2O_3	26·94 „
CaO	8·21 „
MgO	0·11 „
Na_2O	6·87 „
K_2O	0·50 „
Glühverlust	0·49 „
	101·60 Proc.

Rammelsberg,
Analyse der Krystalle von Fréjus, Esterel Geb.

SiO_2	58·32 Proc.
Al_2O_3	26·52 „
CaO	8·18 „
MgO	0·11 „
Na_2O	5·27 „
K_2O	2·36 „
Glühverlust	0·60 „
	101·36 Proc.

Ein Blick auf einen aus dem Gestein gefertigten Dünnschliff lässt die Mannigfaltigkeit der Zwillingsverwachsungen, die Seltenheit einfacher Individuen, die Häufigkeit von Doppelzwillingen erkennen. Wenn man das Gestein auseinanderschlägt, dann werden die in

Digitized by Google

der Bruchfläche liegenden Krystalle je nach ihrer Lage und nach ihrer mehr oder weniger festen, frischen oder verwitterten Beschaffenheit in verschiedener Weise davon betroffen. Im Allgemeinen erhält man Querschnitte mit polygonalem Umrisse. Im günstigen Falle, wo die Bruchfläche der Endfläche oder Längsfläche des einen oder andern der eingelagerten Plagioklase nahezu parallel geht, verräth Glanz und Zwillingsriefung die Spaltflächen *P* und *M* und bietet Gelegenheit zur Gewinnung von Spaltblättchen. In dem Falle, wo bei einem dieser Plagioklaskrystalle die Verwitterung nur bis zu einer gewissen Schichte des zonalen Aufbaues vorgeschritten ist, kann es vorkommen, dass das abgeschlagene Gesteinsstück den negativen Abdruck seines festen Kernes enthält, während dieser selbst noch wohlerhalten aus dem übrigen Gestein hervorragt.

Mit einiger Mühe lassen sich derartige Krystalle und Krystallgruppen von der anhaftenden sehr zähen Grundmasse befreien, indem man mit Hammer und Meissel dem Schalenbau nachgeht; sie erinnern in Form und Ausbildung lebhaft an die seinerzeit von Tschermak[1]) beschriebenen Labradoritpseudomorphosen von Verespatak. Aus der Betrachtung der bisweilen ziemlich sauberen, wenngleich matten Flächenbegrenzungen unter Zuhilfenahme von Messungen der Spaltwinkel *P*/*M*, zuweilen auch unter Berücksichtigung des optischen Verhaltens lässt sich das Vorhandensein der folgenden Zwillingsbildungen erschliessen: 1. die Verwachsung nach dem Albitgesetz, fast keinem Krystalle gänzlich fehlend, ist selten regelmässig und gleichförmig ausgebildet; meist ist das eine Individuum nur durch ganz feine Linien oder sonst unregelmässig eingestreute Partien in einer Hauptmasse angedeutet. 2. Solche Zwillingskrystalle sind dann wieder zu Doppelzwillingen verbunden, sowohl nach dem Karlsbader Gesetze (Drehungsaxe die verticale Kante, entweder nach der Querfläche oder häufiger nach der Längsfläche verwachsen, in welchem Falle meist ein viel kleineres Individuum einem Hauptindividuum auflagert), als auch nach dem Manebacher und dem vom Rath'schen Gesetze, wobei natürlich ihre Längsflächen nicht zusammenfallen, sondern Winkel von 6°—8° mit einander einschliessen. Die Ebene des rhombischen Schnittes

[1]) Form und Verwandlung des Labradorites v. Verespatak. Miner. Mitth. 1874.

Digitized by Google

ist hier, so weit es sich beobachten lässt, zwar nicht vollkommen parallel zur Kante *P*/*M*, doch höchstens + 1° bis 1½° davon abweichend [1]) gelegen. Vorausgesetzt, dass beide Gesetze: Drehungsaxe die Makrodiagonale und Drehungsaxe die in *P* liegende Normale zur Brachydiagonale möglich sind, was ja durch nichts ausgeschlossen ist, dann könnte unter Umständen die Entscheidung, welches Gesetz in einem speziellen Falle hier vorliegt, sehr schwierig sein.

Andere Beobachtungen verweisen auf Annahme des Zwillingsgesetzes Drehungsaxe die in *P* liegende Normale zur Makrodiagonale, wobei die Flächen *M* einen sehr kleinen Winkel einschliessen, sowie Drehungsaxe die Kante *P*/*M*, wobei die Längsflächen wieder in eine Ebene fallen. Spaltbarkeit wurde sowohl nach dem rechten als nach dem linken Prisma beobachtet. Für den Spaltwinkel *P*/*M* ergibt sich als Mittelwerth beiläufiger Messungen 93° 45′ und 86° 15′.

Die im Folgenden mitzutheilenden Ergebnisse der optischen Untersuchung, so unvollständig sie auch in Folge der bereits oben besprochenen, durch die reiche Zwillingsbildung noch erheblich vermehrten Schwierigkeiten nur sein konnte, sind gleichwohl höchst interessant, indem sie die seit Des Cloizeaux verbreitete Ansicht widerlegen, als ob ein Unterschied im optischen Verhalten des Oligoklases und Andesines nicht existire.

1. Paralleles polarisirtes Licht.

Wie beim Oligoklas war die Bestimmung der optischen Orientirung auf *P* nur unter Zuhilfenahme der Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz und unter gleichzeitiger Berücksichtigung der krystallographischen Orientirung des Hauptindividuums möglich.

Sorgfältige Beobachtungen theils an Spaltblättchen nach *P*, theils an Schliffen senkrecht zu *M* und nahe *P* stellten es ausser Zweifel, dass hier die der Kante *P*/*M* zunächst gelegene Auslöschungsrichtung (ähnlich wie beim Labradorit und Anorthit und entgegengesetzt wie beim Albit und Oligoklas) mit der Trace des linken Prismas auf *P* gleich gerichtet, demnach ihr Winkel mit der Kante *P*/*M* als negativ zu bezeichnen sei. Die Grösse dieses Winkels wurde in Folge möglichst genauer Bestimmungen im *Na*-

[1]) Also im gleichen Sinne wie beim Oligoklas, jedoch näher der Kante.

Digitized by Google

licht zu — 2° 19′ und — 1° 57′ ermittelt, auch wohl kleiner, so — 1° 33′ und ähnlich, sein Zeichen stets negativ gefunden.

Zur Feststellung der optischen Verhältnisse auf *M* mussten ausser Blättchen, die parallel der Längsfläche abgespalten waren, nothgedrungen auch Präparate in Verwendung gezogen werden, welche durch Abschleifen flach tafelförmiger Krystalle hergestellt waren, wobei die Genauigkeit des Schliffes durch Messung des Spaltwinkels gleichzeitig angeschlagener Spaltflächen nach *P* und *M* sichergestellt wurde und endlich auch solche, die nach einer möglichst vollkommenen Spaltfläche *M* aufgelegt und von der andern Seite her dünn geschliffen waren.

Die Erscheinungen im polarisirten Lichte lassen erkennen, dass die einzelnen Schichten des zonalen Aufbaues bei vollständig gleicher krystallographischer Lage eine verschiedene optische Orientirung besitzen, indem sie bei einer Drehung des Präparates zwischen gekreuzten Nicol's nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd das Maximum der Dunkelheit erreichen.

Ist die Zonalstructur sehr fein, dann gibt es auch in den dünnsten Präparaten Stellen, die nicht gehörig auslöschen. Trotzdem ist nirgends völlige Dunkelheit zu beobachten, sobald die Kante *P*/*M* den Hauptschnitten des Nicols parallel geht; erst bei einer Drehung des Präparates im gleichen Sinne wie beim Labradorit, entgegengesetzt wie beim Oligoklas, tritt in den einzelnen Schichten Auslöschung ein, nicht gerade in bestimmter Reihenfolge, so beispielsweise gegebenen Falls in den ungefähr mitten zwischen Centrum und Aussenrand gelegenen bei — 3·6°, in den nach beiden Seiten angrenzenden und dem innersten Theil bei — 5°, endlich in grösseren einheitlichen Partien nahe dem Centrum und nahe dem Rande bei — 8·1°. In der Mehrzahl der Fälle machen jedoch die Präparate den Eindruck, als ob blos in zwei Stellungen, bei ungefähr — 4·5° und — 8° die grösste Dunkelheit herrsche; an einem der schönsten und verhältnissmässig homogensten Krystalle wurden die Winkel gegen die Kante *P*/*M* im *Na* licht zu 5° 1′ und 7° 30′ bestimmt.

Wenigstens das Eine erscheint somit sichergestellt, dass auch die Auslöschungsschiefe der Andesinfeldspathe auf *M* derjenigen des Labradorites sich bedeutend nähert, indem sie bereits einen negativen Winkel mit der Kante *P*/*M* einschliesst.

Digitized by Google

Was übrigens die aus der Zonalstructur entspringende Unsicherheit betrifft, die wahre Grösse dieses Winkels für jeden speziell vorliegenden Krystall anzugeben, so bin ich der Meinung, dass man noch am frühesten von diesem Punkte ausgehen könnte, wofern man überhaupt die optischen Anomalien der Plagioklase zur Beurtheilung der Tschermak'schen Theorie herbeiziehen wollte.

Nach sämmtlichen in der gegenwärtigen Schrift enthaltenen Beobachtungen erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass jedem durchschnittlichen Mischungsverhältnisse der Endglieder der Kalknatronfeldspathe ein bestimmtes optisches Verhalten entspreche. Unter dieser Annahme würde aus dem zuletzt Mitgetheilten sich folgern lassen, dass das Magma, dem die Krystalle ihre Entstehung verdanken, während ihres Aufbaues in seiner durchschnittlichen chemischen Zusammensetzung innerhalb geringer Grenzen Schwankungen erfahren habe, so dass die einzelnen Schichten und Schalen in entsprechender Weise eine bald dem Oligoklas, bald dem Labradorit etwas näher stehende Mischung repräsentiren, sämmtlich aber mit Fug und Recht als Andesin anzusehen sind. Die optische Untersuchung würde dem Gesagten nicht widersprechen.

In Blättchen nach *P* ruft hingegen die Zonalstructur meist so geringe Variationen und Störungen der Auslöschungsschiefe hervor, dass die Zwillingslamellen scheinbar vollkommen einheitlich ihrer ganzen Länge nach auslöschen. Nur wenn die Blättchen dicker, die Schichten schmal sind, so kann hier, noch mehr aber in Blättchen nach *M*, bei einigermassen ungleichförmiger Ausbildung der einzelnen Schichten der Fall eintreten, dass in gar keiner Stellung völlige Dunkelheit herrscht, sondern blos streifiger Farbenwechsel stattfindet, weil optisch verschieden orientirte Partien übereinander zu liegen kommen.

2. Die Interferenzerscheinungen im convergenten Lichte sind, wie die Untersuchung lehrt und wie nach dem Vorausgehenden nicht anders zu erwarten ist, fast niemals ungestört zu beobachten [1]). Ich will mich deshalb auf die Mittheilung jener Beobachtungen beschränken, die nach der Beschaffenheit des untersuchten, bei

[1]) Insbesondere wird die Messung des Axenwinkels von diesen Störungen beeinflusst.

Digitized by Google

— 6·8° auslöschenden Krystalles das meiste Vertrauen zu verdienen scheinen.

Das Interferenzbild auf *M* (Lemniskaten und Anfänge beider Ringsysteme enthaltend) ist von dem des Oligoklases nicht besonders verschieden. Auch hier scheinen die Axen noch ziemlich symmetrisch zur Plattennormale auszutreten; Versuche im Schneider'schen Apparte deuten jedoch darauf hin, dass die positive Mittellinie von der zur Trace der Axenebene senkrecht durch die Normale zu *M* gelegten Ebene etwa 3·7° nach hinten zu abweicht. Auch erscheint die Axenebene bedeutend mehr als 15° also stärker als bei den Oligoklasen gegen die stumpfe Kante *P*/*M* hingeneigt. Der Axenwinkel in Glas beträgt 94·5°. Ebenso ist auch die Dispersion derjenigen des Oligoklases noch ganz ähnlich, doch ist beim Andesin die gekreuzte Dispersion viel ausgesprochener, der Unterschied im Aussehen der vorderen Axe (mit deutlicherer gewöhnlicher Dispersion $\rho < \upsilon$) und der hinteren Axe (mit vorherschender gekreuzter) nicht mehr so gross wie beim Oligoklas.

Die oben geschilderten, dem Andesin von St. Raphael eigenthümlichen Verhältnisse scheinen sich bei dem Feldspathe von Nagy-Sebes wiederzufinden, während dem Feldspath von Pereu Vitzeluluj nach den angestellten Versuchen bei einer im Allgemeinen nur wenig grösseren Auslöschungsschiefe ein bedeutend kleinerer Axenwinkel zukommen würde.

Des Cloizeaux hat mehrere Feldspathe von der Andesinmischung auf die Grösse der Auslöschungsschiefe untersucht. Er fand dieselbe zu 2° 37′ bis 3° 5′ auf *P*, zu 4° 56′ bis 5° 22′ auf *M* im Feldspath von Telham, Massachusetts (weisse Varietät); zu 1°—3° auf *P* und 5° 4′ auf *M* im Feldspath von Chateau Richer, Canada, welcher nach Hunt's Analyse[1]) zwischen $Ab_2\ An_1$ und $Ab_3\ An_2$ steht; endlich in den Krystallen von Esterel, die nach dem Obigen mit den von mir untersuchten von St. Raphael identisch sind, zu 2° 16′ — 2° 27′ auf *P* und zu 2°—5°, ja sogar 10°—12° in dünnen und gut durchsichtigen Blättchen nach *M*. Von letzteren Zahlen bemerkt Des Cloizeaux ausdrücklich[2]), dass sie an Präparaten gewonnen wurden, deren Auslöschung zwar etwas undulös,

[1]) Siehe Tschermak, Feldspathstudien S. 24.

[2]) Mémoire sur le microcline, pag. 50 des Separatabdruckes.

Digitized by Google

aber keineswegs so unvollkommen war, dass sich die Anomalie, welche sie zeigen, daraus erklären liesse. Nach den über die Zonalstructur oben gemachten Mittheilungen hat auch diese Beobachtung nichts Befremdliches an sich.

Die Grösse der gefundenen Auslöschungsschiefe stimmt nicht allein mit meinen eigenen über denselben Gegenstand gemachten Beobachtungen, sondern allerdings auch mit der des Oligoklases nahezu vollständig überein. Weil nun Des Cloizeaux blos die Grösse, nicht auch die Orientirung der Auslöschungsschiefe in Bezug auf die Krystallform im Auge hatte, musste er daher nothwendig zu dem Ausspruche veranlasst werden, dass Oligoklas und Andesin optisch nicht zu unterscheiden seien.

Ebenso leicht ist es verständlich, dass Des Cloizeaux in seinem 1. Mémoire bereits (pag. 15) mittheilt, er habe in dem Verhalten des röthlichen Andesins von Chateau Richer und der einfachen und Doppelzwillinge von Esterel im convergenten Lichte die optischen Charaktere des Oligoklases wiedergefunden, wenn wir daran festhalten, dass der Axenwinkel, welcher der + Mittellinie anliegt, in der Reihe zwischen Oligoklas und Andesin irgendwo sein Maximum erreicht, nach beiden Seiten (gegen den Albit wie gegen den Labradorit) hin jedoch abnimmt. Nähere Angaben hat Des Cloizeaux an jener Stelle nicht gemacht. Dagegen dürfte es passend sein, hier der beiden Plagioklasvarietäten des Thales von Marmagne (Saône-et-Loire) zu erwähnen, welche Des Cloizeaux l. c. pag. 7 und 8 unter den Oligoklasen anführt, deren Axenwinkel er gemessen. Von der etwas röthlichen, stark zersetzten Varietät, welche in sehr dünnen Platten kaum durchsichtig und aus unregelmässig durcheinander gewachsenen Lamellen zusammengesetzt ist, daher auf die Angabe der Grösse des Axenwinkels zu + 2 *Ho* = 101° 18′ bis 110° 18′ roth, nicht allzugrosses Gewicht gelegt werden darf, theilt Des Cloizeaux eine Analyse von Damour mit, welche diesen Feldspath in die Nähe des Andesins stellt. Die weisse frische Varietät desselben Fundortes besitzt nach Des Cloizeaux dagegen einen von 89° 44′ bis 90° variirenden Axenwinkel.

Digitized by Google

Labradorit ($Ab_1\ An_1$ bis $Ab_1\ An_2$).

Schöne Spaltungsstücke des wohlbekannten Feldspathes von Labrador, sowie des in Schraufs ausführlichen „Studien über die Mineralspecies Labradorit“[1]) mehrfach erwähnten Feldspathes von Kamenoi-Brod im Districte Rodamysl (Gouvernement Kiew), endlich solche des seltenen und interessanten Feldspathes von Ojamo, welch' letztere ich der Güte und Freundlichkeit des Herrn Prof. G. vom Rath verdanke, ermöglichten mir das optische Studium jener Gruppe von Plagioklasen, die man unter dem Namen Labradorit zusammenzufassen pflegt.

Ein Theil des von den beiden erstgenannten Varietäten mir zu Gebote stehenden Materiales wurde im Laboratorium des Herrn Prof. Ludwig zuvor einer Analyse unterzogen, deren Ergebniss[2]) hier nochmals Erwähnung finden möge:

Analyse des Labradorites von Labrador

von Constantin Clement.

Spec. Gew. 2·698.

SiO_2	56·18	Proc.
Al_2O_3	27·33	„
Fe_2O_3	1·38	„
CaO	10·33	„
Na_2O	5·17	„
K_2O	0·36	„
	100·75	Proc.

[1]) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, LX. Bd., I. Abth., Dec.-Heft, Jahrg. 1869.

[2]) Tschermak, Min. Mitth. 1878, S. 366 u. 367. Die Analyse von Klement weicht in ihren Resultaten von derjenigen, welche Tschermak mit dem Feldspath von Labrador ausgeführt hat, sehr wenig ab (s. Feldspathstudien, Seite 25).

Digitized by Google

Meine Analyse des Labradorites von Kamenoi-Brod.

Spec. Gew. 2·700.

SiO_2	54·55	Proc.
Al_2O_3	28·68	„
Fe_2O_3	1·03	„
CaO	11·23	„
Na_2O	4·62	„
K_2O	0·42	„
	100·53	Proc.

Die procentische Zusammensetzung des untersuchten Feldspathes von Labrador entspricht also im Sinne der Tschermak'schen Feldspaththeorie einer Mischung von 50% Albit und 50% Anorthit (Ab_1 An_1), die des Feldspathes von Kamenoi-Brod der nur wenig davon verschiedenen von 45% Albit und 55% Anorthit (Ab_6 An_6).

Der Feldspath von Ojamo würde dagegen nach den älteren Analysen von Bonsdorff und Laurell[1]) eher in die Nähe des Andesins gehören, indem die von beiden gefundenen Zahlen auf die Mischung Ab_4 An_3 mit bereits vorherrschendem Albitgehalt verweisen; allein es ist zu vermuthen, dass ihr Untersuchungsmaterial durch beigemengte Kieselerde verunreinigt war, da zwei neue von G. vom Rath unter sorgsamster Entfernung des mitvorkommenden Quarzes ausgeführte Kieselsäurebestimmungen blos einen Gehalt von 55·83% und 55·69% ergaben[2]).

Und gleichwie diese drei Vorkommen nach dem Vorstehenden fast dieselbe durchschnittliche chemische Zusammensetzung zu besitzen scheinen, so ist auch ihr optisches Verhalten im Ganzen nur innerhalb so geringer Grenzen verschieden, dass wir sie am besten gleichzeitig behandeln.

Die mir vorliegenden Proben von Labrador und Kamenoi-Brod besitzen alle die interessanten, den gewöhnlichen Labradorit-Varietäten eigenthümlichen Structurverhältnisse, die bereits wiederholt, zuletzt von Schrauf l. c. so eingehend besprochen wurden.

---

[1]) Siehe Rammelsberg, Mineralchemie, 1875, S. 566.

[2]) Siehe N. Jahrb. f. Min. 1876, S. 711.

Digitized by Google

Die oft zahllose Menge von Einschlüssen, welche die Durchsichtigkeit auch der frischen Partien sehr beeinträchtigt, insbesondere aber die zumeist parallel der verticalen Axe angeordneten, schwarzen, nadelförmigen Mikrolithe, scheinen nicht blos auf die Art, sondern auch auf die Intensität ihrer Färbung von grossem Einflusse; beide Varietäten sind nämlich grau, die von Labrador im Allgemeinen lichter, in zersetzten Partien weisslich, die von Kamenoi-Brod dagegen dunkler, stellenweise fast schwarz, was offenbar mit der Thatsache zusammenhängt, dass in letzterer jene charakteristischen Mikrolithe durchschnittlich in grösserer Menge vorhanden sind.

Die Varietät von Ojamo weicht dagegen im Aussehen von den vorigen nicht unwesentlich ab. Von Einschlüssen ähnlicher Art, wie die eben besprochenen, ist hier nichts zu bemerken; trotzdem sind fast nur dünne Blättchen für optische Untersuchungen brauchbar, indem alle dickeren trüb, schwach bräunlichgrau bis stark bräunlichroth gefärbt erscheinen, und zwar in Folge einer mehr oder weniger vorgeschrittenen Zersetzung, deren Producte theils in krümlichen Partikeln einer stark polarisirenden Substanz, theils in grösseren Anhäufungen von Eisenoxyd bestehen.

Spaltbarkeit wurde nach dem rechten sowohl als nach dem linken Prisma beobachtet, doch ist schwer zu entscheiden, nach welchem die deutlichere, da sie in beiden Fällen recht unvollkommen sich darstellt.

Die Ausbildung der Zwillinge nach dem Albitgesetz ist hier ebenso mannigfaltig, wie in den Spaltungsstücken der Oligoklase, an welche man auch sonst vielfach erinnert wird. Besonders häufig kommt es vor, dass blos ein Hauptindividuum vorliegt, auf dessen basischer Spaltfläche die Zwillingslamellen der zweiten Stellung als parallele Linien auftreten, die allerdings sehr regelmässig verlaufen, dabei aber sehr fein, bisweilen viel zu fein sind, um bei Drehung des Präparates am Goniometer noch einen Reflex hervorzubringen; von einer gewissen Grenzlinie an kann das Verhältniss sich umkehren, das den feinen Linien entsprechende Individuum vorherrschen, das frühere Hauptindividuum gänzlich zurücktreten, wodurch derartige Spaltungsstücke im Ganzen trotz eines viel feineren Zwillingsbaues die Zweihälfter gewisser Albite nachahmen.

Digitized by Google

Die eben erwähnten Umstände mussten bei Bestimmung der optischen Orientirung gehörig berücksichtigt werden.

1. Untersuchungen im parallelen polarisirten Lichte.

Die der Kante *P/M* zunächstliegende Auslöschungsschiefe erwies sich in vorliegenden Plagioklasen auf der Endfläche von links hinten nach rechts vorn geneigt. Durch möglichst genaue Bestimmungen im Natriumlicht wurde die Grösse ihres sonach stets negativen Winkels in Spaltblättchen nach *P* ermittelt zu — 4° 30′ und — 4° 42′ (mit schmalen aber gleichmässig entwickelten Lamellen), zu — 5° 1′ (wodie eine Hälfte verschwindend klein) für den Plagioklas von Ojamo; — 5° 12′ und — 5° 24′ an solchen Präparaten des Feldspathes von Labrador und — 6° 42′ und — 6° 54′ an solchen des Feldspathes von Kamenoi-Brod, die ebenfalls eine sehr gleichförmige Zwillingsstreifung besassen.

Auf der Längsfläche (die ein schönes Farbenspiel zeigt, buntfarbig gelbgrün und hellblau bei den Plagioklasen von Ojamo und Labrador, einfarbig, intensiv dunkelblau bei denen von Kamenoi-Brod und anderen russischen Fundorten) sind die Hauptschwingungsrichtungen, wie bekannt, entgegengesetzt wie beim Albit, also gleichfalls unter einem negativen Winkel gegen die Kante *P/M* geneigt. Die Mittelwerthe zahlreicher Beobachtungen im Natriumlicht sind für Spaltungsstücke des Feldspathes von Ojamo — 16° 40′, von Labrador — 17° 28′, von Kamenoi-Brod — 20° 3′.

Mit diesen Angaben wären jedoch die Eigenthümlichkeiten des Verhaltens der in Rede stehenden Gruppe im parallelen Lichte keineswegs erschöpft. Zunächst ist zu bemerken, dass schon in Präparaten nach der Endfläche, auch unter Voraussetzung sonst günstigen Materiales das Maximum der Dunkelheit schlecht einstellbar ist, weil dieselben (namentlich Schliffpräparate) oft längere Zeit hindurch dunkel bleiben. Beiläufige Messungen an andern Spaltungsstücken der drei Vorkommnisse ergaben für Ojamo von den angeführten wenig abweichende, für Labrador und Kamenoi-Brod mehr schwankende, für letztere Varietät jedoch im Allgemeinen stets grössere Werthe.

Ein gleicher Grad von Unsicherheit in der Bestimmung der Hauptschwingungsrichtungen existirt auf der Längsfläche, wo bisweilen eine völlige Dunkelheit gar nicht eintritt. Die Lage der optischen Axen und die Dispersionsverhältnisse derselben scheinen eine Hauptursache davon zu sein, wie aus den Beobachtungen im

Digitized by Google

convergenten Licht hervorgehen wird. Auch scheint schon eine geringe Neigung der Oberfläche des Präparates gegen die Axe des Instrumentes auf das Resultat von merklichem Einflusse. In Schliffen nach der Längsfläche, die wohl niemals derselben ganz genau parallel gehen, können die erwähnten äusserst feinen Einschaltungen nach dem Albitgesetz, wenn sie zufälliger Weise mit der Ebene des Schliffes zusammentreffen, die Auslöschung undulös gestalten und zu schräge verlaufenden Streifen mit verwaschenen Rändern Anlass geben, indem optisch verschieden orientirte Partien übereinander zu liegen kommen.

Eine Anzahl beiläufiger Bestimmungen an anderen Spaltungsstücken gab für den analysirten Feldspath von Labrador wiederholt den obigen ganz ähnliche Werthe, wie — 17° 1′, — 17° 24′, doch auch grössere, wie — 18° 24′ bis — 19°; für den analysirten von Kamenoi-Brod waren die sonst noch gefundenen Zahlen im Allgemeinen grösser, — 19° 30′, — 20° bis 21° 12′. Durch freundliche Vermittlung des Herrn Dr. A. Brezina erhielt ich aus dem k. k. Hof-Mineraliencabinet zum Vergleiche ein lichteres und durchsichtigeres Stück Labradorit von letzterem Fundorte; dasselbe lieferte sowohl auf *P* als auf *M* etwas kleinere Werthe, etwa so wie der analysirte von Labrador. Dagegen zeigten andere dunklere Proben von Labrador, die ich der Institutssammlung entnahm, ähnlich den russischen, durchschnittlich etwas grössere Auslöschungsschiefen (bis — 21° 23′). Hiernach lässt sich vermuthen, dass, abgesehen von den Beobachtungsfehlern, Variationen in der optischen Orientirung, wahrscheinlich auch der durchschnittlichen chemischen Zusammensetzung [1]), an Stücken desselben Fundortes in der That existiren, dass dieselben jedoch innerhalb verhältnissmässig enger Grenzen liegen.

Spaltungsstücke des Feldspathes von Ojamo zeigen bisweilen nicht blos auf *P*, sondern gleichzeitig auch auf der Längsfläche

[1]) Man vergleiche in dieser Beziehung die in Rammelsberg's Mineralchemie, 1875, S. 563 aufgeführten drei Analysen des Labradorites von der Paulsinsel (Labrador), nemlich die von Tschermak (8. a mit 10·1% *CaO*), die von Rammelsberg (8. b mit 11·40% *CaO*) und die von Vogelsang (8. c mit 11·14% *CaO*), welche sich zu einander etwa so verhalten, wie die oben erwähnte von Klement herrührende Analyse des hier untersuchten Feldspathes von Labrador zu meiner Analyse des Feldspathes von Kamenoi-Brod.

Digitized by Google

sehr schöne Zwillingsstreifung, deren näheres Studium zu interessanten Betrachtungen über die feinere Bauweise des Labradorites, ja der Plagioklase überhaupt, Anlass gibt.

Schon G. vom Rath und Des Cloizeaux haben die Meinung ausgesprochen, dass letztere Streifung auf polysynthetische Ausbildung des Periklingesetzes zurückzuführen sei, welches bekanntlich die Makrodiagonale zur Zwillingsaxe hat.

Damit stimmt auch die bereits von Des Cloizeaux mitgetheilte, von mir oft beobachtete Thatsache ganz gut überein, dass die den Streifen angehörigen Partien unter einem etwa 5°—6° kleineren Winkel, jedoch im gleichen Sinne wie die Hauptmasse gegen die Kante P/M auslöschen.

Unter der durch die sorgfältigen Untersuchungen G. vom Raths wohlbegründeten Voraussetzung, dass die Zwillingsindividuen dieses Gesetzes in der Regel nach der Ebene des sogenannten rhombischen Schnittes verwachsen, muss der Verlauf der Streifung in Bezug auf die Kante P/M der Durchschnittslinie jener Ebene mit der Längsfläche entsprechen.

Nach Angabe der genannten Forscher würden die Streifen auf der Längsfläche der besprochenen Kante genau parallel gehen. Allein schon der Umstand, dass sich darunter auch solche finden, die nicht parallel begrenzt erscheinen, sondern keilförmig zulaufen, bringt auf die Vermuthung, dass dieser Satz nicht allgemein giltig sei; die Entscheidung darüber ist aber für die Charakteristik der in Rede stehenden Gruppe aus den vorerwähnten Gründen nicht ohne Wichtigkeit.

Durch sorgfältige Beobachtungen theils an Spaltungsstücken, theils an Schliffpräparaten, die möglichst genau parallel der Längsfläche solcher Stücke angefertigt waren, in denen dieses Zwillingsgesetz vorherrschend und recht deutlich erschien, konnte ich mich aufs Bestimmteste überzeugen, dass der rhombische Schnitt hier in gleichem Sinne wie die Auslöschungsschiefe, allerdings unter einem sehr kleinen Winkel gegen die Trace der basischen Spaltbarkeit geneigt sei.

Da nun die Lamellen auf der Längsfläche nur selten eine grössere Breite besitzen, dagegen sehr häufig zu ganz feinen Linien sich verschmälern, in denen man kaum Zwillingsbildungen erkennen würde, wenn nicht alle möglichen Uebergänge nebeneinander vor-

Digitized by Google

kämen, so sind sie unter Umständen mit Spaltrissen nach *P* leicht zu verwechseln.

In solchen Stücken ist es überhaupt schwer, eine schöne Kante zwischen *P* und *M* anzuschlagen, da, wie es scheint, die Zwillingsindividuen sich leichter nach der beiden gemeinsamen Verwachsungsebene abtrennen, als nach der oft durch das Albitgesetz noch unterbrochenen Endfläche. Es kann hieraus, ähnlich wie das vom Oligoklas erwähnt wurde, eine Fehlerquelle für die Beobachtung der Auslöschungsschiefe auf der Längsfläche entstehen. In der That kann man in demselben Präparat dafür zwei verschiedene Werthe erhalten, je nachdem man von deutlichen Spaltrissen nach *P* oder von der Zwillingsstreifung ausgeht; auf diese Weise wurde die Auslöschungsschiefe beispielsweise in Spaltblättchen nach *M* zu — 14·1° und —16·3°, zu — 14·8° und — 17·1°, zu — 14·9° und — 17·4°, in Schliffen zu — 15° und — 17·6° gefunden.

Umgekehrt lässt sich schon nach diesen Beobachtungen indirect die Grösse des Winkels, welchen die Kante *P*/*M* mit der Trace des rhombischen Schnittes einschliesst, wenigstens beiläufig beurtheilen.

Nur wenige Präparate gestatteten eine directe Messung, deren Ergebniss zwischen 1·2° und 3° schwankt; dabei ist jedoch zu bemerken, dass die keilförmigen Partien einerseits von der Trace der Verwachsungsebene, andererseits von der der basischen Spaltfläche begrenzt erscheinen können.

An den Labradoritvarietäten von Labrador und aus Russland scheint polysynthetische Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz im Ganzen viel seltener aufzutreten. Dass eine solche beim Feldspathe von Labrador überhaupt vorkommt, darüber hat schon Stelzner seinerzeit in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung[1]) ausführlich berichtet. Da er jedoch lediglich die Basisfläche als Verwachsungsebene in diesem Falle voraussetzt, so ist seiner Mittheilung über die Lage des rhombischen Schnittes nichts zu entnehmen.

Es stand mir übrigens ein parallel der Längsfläche aus einem Stück Labradorit von Labrador angefertigter Schliff zur Verfügung, welcher nicht blos sehr deutliche Streifung, sondern auch ausge-

[1]) Nr. 18, Jahrg. XXIX, 6. Mai 1870. (Aus den Verhandlungen des bergmänn. Vereines zu Freiburg.)

Digitized by Google

sprochene Spaltrisse nach *P* enthielt und an welchem ich die gleichen Verhältnisse wieder beobachten konnte, die vom Plagioklas von Ojamo soeben beschrieben wurden. An den oben betrachteten Proben von Labrador und Kamenoi-Brod, tritt dieses Zwillingsgesetz freilich meist so in den Hintergrund, dass man es leicht gänzlich übersieht. Allein die Beobachtung, dass in gewissen Spaltungsstücken nach *M* die der oberen und unteren Kante entsprechenden Ränder nicht parallel laufen, ferner die Erfahrungen gelegentlich der Bestimmung der optischen Orientirung sind geeignet auch Spuren seines Vorhandenseins zu verrathen.

So war beispielsweise an einem sehr dünnen Spaltblättchen des Plagioklases von Kamenoi-Brod ein feiner Streifen von mir anfänglich für einen Spaltriss gehalten und mit Bezug darauf die Auslöschungsschiefe zu — 16·9° bestimmt worden. Im Hinblick auf spätere Beobachtungen am Feldspath von Ojamo sah ich mich veranlasst, mit Hilfe der basischen Spaltbarkeit die Kante zwischen *P* und *M* darzustellen; die neu angestellten Versuche ergaben nun an demselben Präparat den Winkel von — 18·8°.

Dazu kommt, dass neben solchen Streifen, die gemäss ihrer optischen Orientirung als Einlagerungen nach dem Periklingesetze anzusehen sind, andere sich finden, die symmetrisch zur gemeinsamen Kante auslöschen, mithin auf das Zwillingsgesetz: Zwillingsaxe die Normale zur Basis, oder ein ähnliches, etwa: Zwillingsaxe die Kante *P*/*M* hindeuten, wie an einem Schliffpräparat aus russischem Labradorit deutlich zu beobachten war. Dasselbe zeigte zugleich, dass beim Periklingesetze ausser der Ebene des rhombischen Schnittes bisweilen die Basis der beiden Individuen als Verwachsungsebene fungiren und zu polysynthetischer Lamellirung Anlass geben kann, welche demnach bald der Kante *P*/*M* genau parallel geht, bald unter dem oben angegebenen Winkel dagegen geneigt ist.

Um darüber Gewissheit zu erlangen, dass die Streifung auf der Längsfläche wirklich von Trennungsebenen herrührt, welche der Makrodiagonale parallel den Krystall durchsetzen, so wie es das vom Rath'sche Gesetz erfordert, wurden aus geeignetem Materiale des Feldspathes von Ojamo Schliffe senkrecht zu *P* und *M* angefertigt.

Digitized by Google

Der Anblick solcher Präparate im parallelen polarisirten Lichte entspricht vollkommen der von Stelzner l. c. über ähnliche des Feldspathes von Labrador gegebenen Beschreibung. Stets erscheinen die Periklinzwillinge als bald mehr, bald weniger breite querverlaufende Lamellen, die in ihrer Richtung mit der Trace der Basisfläche vollkommen übereinstimmen und entweder das Präparat seiner Länge nach gleichmässig durchziehen, oder plötzlich absetzen und sich unregelmässig auskeilen.

Die Auslöschung erfolgt in beiden Hälften fast symmetrisch zur gemeinsamen Begrenzung, weil diese mit der Makrodiagonale, sonach mit einer Normalen zur Zwillingsebene nahezu zusammenfällt. Einmal betrug der Winkel zu beiden Seiten genau je 29·5°, entsprechend 26° und 33° gegenüber den Tracen der Flächen *M*. In anderen Schliffen, die vermuthlich der Makrodiagonale nicht genau parallel gingen, war derselbe Winkel mit der Trace der basischen Spaltbarkeit 29° und 31·7°, 28·2° und 31° und ähnlich. Hier ist zu erwähnen, dass nach Beobachtungen an Schliffen, senkrecht zu *P* und *M*, des Feldspathes von Labrador, die Auslöschungsrichtung, welche der Trace der Längsfläche zunächst liegt, im orientirt gedachten Krystalle von links oben nach rechts unten verläuft und mit der verticalen Kante einen Winkel von circa 26°—27° einschliesst.

Bekanntlich ist das Periklingesetz fast immer mit dem Albitgesetz verbunden, wodurch jene gitterförmige Structur entstehen kann, welche unter Umständen an den Mikroklin erinnert.

Die „Albitzwillingslamellen" haben dann mit der zugehörigen Hälfte der „Periklinzwillingslamellen" die Fläche *M* als Zwillingsebene gemein; sind diese zusammengehörenden Lamellen Hauptindividuen, dann kann ihre gemeinsame Fläche auch an jenen Stellen Begrenzungsebene bleiben, wo die andere Hälfte der Periklinzwillingslamellen an die Albitzwillingslamellen herantritt, welche sich zu letzteren nicht mehr direct in Zwillingsstellung befindet und mit ihnen fast gleichzeitig auslöscht. Polysynthetische Ausbildung beider Zwillingsgesetze erzeugt ein schwach schiefwinkliges Netzwerk.

Wenn dagegen die durch das Periklingesetz hervorgerufene Streifung eine gleichförmige ist, dann kann, wie die Beobachtung lehrt, die Anlagerung der Albitzwillingslamellen an die des Periklingesetzes beim Fortwachsen auch nach jener Ebene erfolgen, welche letzteren gleichmässig zukommt, nemlich nach ihrer zur

Digitized by Google

Makrodiagonale senkrechten Zwillingsebene. Die Einlagerungen nach dem Albitgesetz erscheinen dann als mehr weniger tief dazwischen getriebene, keilförmige Partien von theils unregelmässiger, theils zickzackförmiger Begrenzung, welche dem Gesagten entsprechend, bald schief, bald senkrecht zur Zwillingsstreifung des Periklingesetzes verläuft.

Dabei macht man die weitere Wahrnehmung, dass sich die Verhältnisse in verschiedenster Weise wiederholen können, indem beispielsweise zwei Individuen nach dem Periklingesetz verwachsen, mit beiden je ein Individuum nach dem Gesetze: Normale zu *M* sich verbinden, innerhalb der angefügten Individuen die erste Zwillingsbildung sich wiederholen und dazu neuerdings Albitzwillingslamellen hinzutreten können. So entstehen die scheinbaren Verwerfungen, „wenn die verschiedenen Lamellen einander durchsetzen", von denen Stelzner gesprochen hat.

In Uebereinstimmung mit dem Gesagten stehen die zahlreichen Reflexe, welche man bisweilen beobachtet, wenn man derartige Spaltungsstücke um die Zonenkante *P*/*M* des Hauptindividuums am Goniometer dreht. Bemerkenswerth ist, dass die Messung für die Abstände der den Reflexen entsprechenden Flächen nicht vollkommen genaue Werthe liefern kann, weil ja bei den hier betrachteten Zwillingsgruppen die Kanten zwischen End- und Längsfläche nicht immer einander parallel gehen. So wurde auf der Längsfläche in Proben des Feldspathes von Ojamo die Neigung der Streifen gegen die Hauptmasse zu 6°—7° bestimmt; bisweilen zeigte sich noch ein zwischen den beiden liegender 3. Reflex, welcher gegen die Endfläche des Hauptindividuums ca 89°—90° geneigt erschien, welche merkwürdige Thatsache in dem oben Mitgetheilten vielleicht ihre Erklärung findet.

Auf der Endfläche erscheinen (entsprechend dem Albitgesetz und seiner Wiederholung) Reflexe im Abstande von 7°, bisweilen unter dem doppelten Winkel u. s. w. An einem Spaltungsstück des analysirten Feldspathes von Labrador beobachtete ich in der Gegend der Längsfläche zwei Reflexe, entsprechend zwei Flächen, die ihrer Lage nach äusserst wenig nur von einander abweichen und gegen die gemeinsame Endfläche der Messung zufolge unter Winkeln von ca. 93° 30′ und 95° geneigt waren. Dasselbe Stück parallel der Längsfläche der Hauptmasse dünn geschliffen, zeigte

Digitized by Google

in den beiden längs der Trace der basischen Spaltbarkeit zusammenstossenden (nicht polysynthetischen) Hälften nahezu symmetrisch zur Zwillingsgrenze eine Auslöschungsschiefe von ca. 17°—18° einerseits und 20°—21° andererseits. Wenn man die gleichzeitigen Beobachtungen am Goniometer berücksichtigt, ist man genöthigt, hier Existenz des Zwillingsgesetzes: Zwillingsaxe die in *P* liegende Normale zur Makrodiagonale und Verwachsungsebene die Basis vorauszusetzen (respective die Coexistenz des Gesetzes: Zwillingsaxe die Normale zu *P* und: Zwillingsaxe die Makrodiagonale anzunehmen).

In diesem Präparat bemerkt man auch in beiden Hälften einzelne, symmetrisch eingelagerte, feine Streifen, welche nach Lage und Auslöschung dem Periklingesetz ihre Entstehung verdanken.

Diese Zwillingsverwachsungen sind, wie man sieht, bisweilen so complicirter Art, dass die genaue Verfolgung der dadurch hervorgerufenen Verhältnisse ein ganz besonderes, gewiss recht lohnendes Studium erfordern würde.

Allein schon die wenigen Andeutungen, welche ich nach den gelegentlich der Bestimmung der optischen Orientirung gemachten Beobachtungen soeben geben konnte, dürften hinreichen, um zu beweisen, dass die Anomalien im optischen Verhalten gewisser Labradorite, auf die sich Pfaff in seiner oben citirten Arbeit hauptsächlich stützt, in den meisten Fällen sich wohl auf scheinbare, durch Zwillingsbildung hervorgerufene Unregelmässigkeiten, nicht aber Inhomogeneität der Mischung zurückführen lassen. Aber auch da, wo wir im gegenwärtigen Augenblicke eine Erklärung der beobachteten Thatsachen vergebens suchen, ist dieselbe vielleicht von der Zukunft zu erwarten.

2. Untersuchung im convergenten polarisirten Lichte.

Die Interferenzerscheinungen, welche Spaltblättchen parallel der Längsfläche der Labradorite, wenn sie eben und durchsichtig sind und aus einem einzigen Individuum bestehen, unter dem Nörremberg zeigen, weichen von denjenigen der früher besprochenen Gruppen in mehrfacher Hinsicht ab und diese Abweichungen können bei Bestimmung der Labradorite auf optischem Wege gute Dienste leisten, weil sie dem aufmerksamen Beobachter sogleich in's Auge fallen.

Digitized by Google

In Fig. 5 Tafel II. ist der Anblick wiedergegeben, den man von der rechten Längsfläche eines orientirt gestellten Krystalles empfängt. Daraus ist zu entnehmen, dass von der vorderen, nach unten hin austretenden Axe die innersten Ringe deutlich sichtbar sind, während man von der hinteren Axe, die man rechts oben suchen würde, nichts wahrnimmt. Eine Anzahl von Lemniskaten, welche in schräger Richtung von vorn unten nach oben und hinten hinziehen und lediglich auf jener Seite entwickelt sind, welche der unteren (scharfen) Kante *P*/*M* entspricht, verräth den Verlauf der Axenebene.

Diese Verhältnisse erinnern noch am meisten an den Andesin; wie dort ist nemlich die Axenebene gegen die stumpfe Kante der Flächen *P* und *M* hin geneigt und schliesst dabei die Trace der Axenebene auf *M* einen gleichgerichteten Winkel mit der genannten Kante ein; nur ist hier, beim Labradorit, jene Neigung sowie dieser Winkel ein bedeutend grösserer.

Gleichwohl bleibt die zugehörige Mittellinie noch immer nahezu in der Zonenebene *P*/*M*, indem sie gleichzeitig nach oben und hinten zu verschoben erscheint.

Demzufolge treten die optischen Axen in verschiedenen Abständen von der Plattennormale aus; und zwar bedarf es nicht erst eigener Versuche im Schneider'schen Apparate, sondern man kann sofort erkennen, dass die Mittellinie im vorliegenden Falle aus einer zur Trace der Axenebene senkrechten Ebene nach hinten und oben zu stark heraustritt. Mit Hilfe der Quarzplatte gelingt es auch Ringe der zweiten Axe in's Gesichtsfeld zu bringen und zwar bei einer Neigung der Quarzplatte um eine zur Verbindungslinie der Axen senkrechte Gerade, woraus hervorgeht, dass die zugehörige Mittellinie mit der Elastizitätsaxe c zusammenfällt, ebenso wie dies von den bisher betrachteten Plagioklasen angegeben wurde.

Die Interferenzerscheinungen, welche man auf geeigneten Spaltblättchen parallel der Endfläche der Labradorite wahrnimmt, bilden gleichsam die Ergänzung zu den eben beschriebenen auf der Längsfläche, indem hier die andere Hälfte der Lemniskaten und die andere Axe angedeutet ist, während jene Theile des Axenbildes, die auf der Längsfläche sichtbar sind, gänzlich fehlen.

Digitized by Google

Die Lemniskaten sind in grosser Anzahl vorhanden, weil die Axenebene mit der Fläche *P* einen verhältnissmässig kleinen Winkel einschliesst. In der Fig. 5 b, Taf. II. sind die auf der oberen Basisfläche des orientirten Krystalles thatsächlich herrschenden Verhältnisse abgebildet.

Leider muss jedoch betont werden, dass die Beobachtung schöner und vollkommener Interferenzerscheinungen namentlich in Folge der mannigfachen Zwillingsbildungen der Labradorite zu grossen Seltenheiten gehört, indem unter vielen Spaltblättchen nach *M* immer nur recht wenige für die vorstehenden Untersuchungen unter dem Nörremberg sich als tauglich erweisen. Bisweilen zeigen sich wohl in der Hauptsache die eben beschriebenen Erscheinungen; allein die Contouren der Interferenzkurven sind verwischt und undeutlich. Dabei ist es nicht immer gleichgiltig, welche Seite des Präparates nach oben, welche nach unten gekehrt ist. Wenn beispielsweise feine Einschaltungen nach dem Albitgesetz, und zwar auf der einen Seite reichlicher vorhanden sind, während auf der anderen das Hauptindividuum allein zu Tage tritt, so sind die diesem entsprechenden Kurven viel ungestörter wahrzunehmen, sobald die letztere Seite nach aufwärts liegt.

Sehr sonderbare Erscheinungen treten auf, wenn die beiden nach dem Albitgesetz verbundenen Individuen aus gleichförmig entwickelten Lamellen bestehen und ihrer ungefähr eine gleiche Anzahl vorhanden sind. Das Präparat wird dann in keiner Stellung völlig dunkel. In jener Stellung, bei welcher der höchste Grad von Helligkeit herrscht, bemerkt man unter dem Nörremberg scheinbar symmetrisch zur Plattennormale das Bild zweier Axen, respective dasjenige der zugehörigen innersten Ringe, nur an einer Seite von Lemniskaten begleitet[1]); mit der Quarzplatte behandelt, zeigt die scheinbare Mittellinie positives Verhalten, jedoch ist unverkennbar, dass die beiden sichtbaren optischen Axen nicht derselben Axenebene angehören, indem die Drehungsaxe, bei welcher die Quarzplatte wirksam erscheint, nicht für beide dieselbe ist.

In jenem Moment, wo das Präparat den geringsten Grad von Helligkeit aufweist, entsteht unter dem Nörremberg ein schwach

[1]) Man muss hier unwillkürlich an die ähnlichen Erscheinungen beim Oligoklas zurückdenken.

Digitized by Google

gekrümmter schwarzer Balken, welcher gleichsam der kurzen Diagonale des von den horizontalen und verticalen Kanten auf der Längsfläche gebildeten schiefwinkligen Parallelogramms parallel geht, und welcher das Gesichtsfeld in zwei farbige Hälften theilt, deren eine blau, deren andere gelbgrün erscheint.

In dem Schneider'schen Apparat lässt sich der Antheil, welchen jedes der Zwillingsindividuen an diesen Interferenzerscheinungen hat, noch genauer verfolgen.

Die nächste Aufgabe der Untersuchung im convergenten Lichte war die Bestimmung des der positiven Mittellinie anliegenden Winkels der optischen Axen, sowie das Studium ihrer Dispersionsverhältnisse. Beides war nur möglich an Platten, welche in geeigneter Weise über der stumpfen Kante P/M solcher Spaltungsstücke angefertigt waren, die entweder ganz frei von Zwilligslamellen waren, oder doch ein vorherrschendes Hauptindividuum besassen. An einem Präparate des Feldspathes von Ojamo, nicht ganz frei von Zwillingslamellen, wurde der Axenwinkel in Oel im v. Lang'schen Messapparat zu 85° 4′ 15″ für rothes und 85° 24′ 18″ für grünes Glas bestimmt, was auf eine Dispersion $\rho < \upsilon$ hindeutet. Schon hier, noch besser im Schneider'schen Apparate war sehr ausgesprochene gekreuzte Dispersion, verbunden mit schwacher geneigter zu erkennen. Dagegen war es beim blossen Anblick kaum möglich, über die gewöhnliche Dispersion zu entscheiden, weil bei der geringsten Abweichung des Präparates von der 45°-Stellung die gekreuzte sogleich vorherrschte. Jedenfalls war hier der Innenrand des ersten Ringes mehr roth gefärbt als der Aussenrand in Uebereinstimmung mit dem früher Gesagten. Axenwinkel in Glas circa 82·6°.

An einem zweiten Präparate von Ojamo, welches ohne jede Zwillingsbildung, leider nur an wenigen Stellen gut durchsichtig war, konnte trotz sorgsamster Messung ein merklicher Unterschied des Axenwinkels für die verschiedenen Farben nicht nachgewiesen werden, indem derselbe in Oel für rothes Glas zu 83° 39′, für grünes 83° 38′, für blaues ebenso gross gefunden wurde.

Danach hätte man hier das Beispiel eines Plagioklases, in welchem die gewöhnliche Dispersion gleich Null ist. Axenwinkel im Schneider'schen Apparat circa 81·4°.

Digitized by Google

Ein weiteres Präparat aus einem Spaltungsstücke des Feldspathes von Labrador, nicht ganz frei von Zwillingslamellen, ergab im v. Lang'schen Axenwinkelapparat bei Beobachtung in Oel einen Werth von 83° 49′ 12″ für grünes und 84° 18′ 54″ für rothes Glas, somit Dispersion $\rho > \upsilon$ sehr deutlich.

Sehr starke gekreuzte Dispersion ist demnach das hervorragendste Merkmal der eben betrachteten Plagioklase. Während die untersuchten Präparate von Ojamo sich dabei aber durch Dispersion $\rho < \upsilon$ noch an den Andesin anschliessen, dem gegenüber freilich der Axenwinkel bedeutend kleiner geworden ist, haben diejenigen von Labrador bereits die Dispersion $\rho > \upsilon$ mit den nachfolgenden Gruppen und dem Anorthit gemeinsam, wie sich zeigen wird.

Beobachtungen an einem zweiten, von Zwillingsbildung ganz freien, daher dem Studium der Dispersionserscheinungen sehr günstigen Präparate von Labrador wurden der Fig. 3, Tafel III zu Grunde gelegt. Zu ihrem Verständnisse ist Weniges hinzuzufügen.

1. 90°-Stellung. Wie bei allen früheren Plagioklasen ist die obere Hälfte an der vorderen Axe (*a*), correspondirend mit der unteren an der hinteren Axe (*b*), durch etwas flachere Ringe und mattere Farben ausgezeichnet. In das Roth mischt sich dort Gelbbraun, neben Orangegelb ist eine Spur Rothviolett vorhanden.

Die untere Hälfte an derselben Axe zeigt ein carminähnliches Roth, helles Blau und helles Gelb. Gewöhnliche Dispersion ist sehr wenig angedeutet.

An der hinteren Axe ist das ganze System etwas grösser, in Färbung und Intensität derselben aber fast gerade so entwickelt. Nichts liesse hier auf die gewöhnliche Dispersion schliessen.

2. 45°-Stellung. Farbenvertheilung an beiden Axen wieder ganz ähnlich; nur ist an der vorderen Axe (in Uebereinstimmung mit den Ablesungen im Lang'schen Axenwinkelapparat an dem früher besprochenen Präparate von Labrador) das Blau viel intensiver, danach $\rho > \upsilon$ viel deutlicher, während an der andern, bei vorherrschender gekreuzter die gewöhnliche Dispersion erst bei genauer Betrachtung der Intensitätsvertheilung der Farben erkennbar wird. Es ist dadurch ganz ähnlich wie beim Oligoklas geneigte Dispersion ausgesprochen; allein während dort gleichsam die Mittellinie der blauen Axen auf ihrer Wanderung zurückbleibt, gilt dies beim eben betrachteten

Digitized by Google

Labradorit von derjenigen der rothen Axen. Horizontale Dispersion ist nicht wahrzunehmen.

Die bisher angeführten Thatsachen über die optische Orientirung des Labradorites reichen vollkommen hin, um uns von den optischen Eigenthümlichkeiten dieser Gruppe im Allgemeinen Rechenschaft zu geben. Dagegen sind sie noch nicht geeignet, eine Anwendung des Calculs zur Bestimmung der Auslöschungsschiefen gegenüber der Zonenkante gewisser Zonenschnitte zu gestatten. Um beurtheilen zu können, ob die Untersuchungen von Des Cloizeaux, deren sich Michel Lévy in seiner oben erwähnten Schrift „De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle" zu gedachtem Zwecke bedient hat, dazu vielleicht besser geeignet sind, muss das Wesentlichste von seinen Resultaten zunächst hier kurz besprochen werden.

Des Cloizeaux hat die Grösse der Auslöschungsschiefe der Labradorite von Labrador und Ojamo grösstentheils als doppelten Winkel der Hauptschwingungsrichtungen der beiden Hälften von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz an Dünnschliffen senkrecht zu *M* und nahe parallel zu *P* bestimmt.

Die gefundenen Werthe schwanken zwischen 5° 6′ und 7° 15′, 7° 15′ für Platten des Feldspathes von Lojo (Ojamo) in Finnland. Die Orientirung dieser Auslöschungsschiefe ist zwar nicht ausdrücklich angegeben, doch wird man wohl nicht fehl gehen, auch hier den Winkel negativ zu nehmen im oben angegebenen Sinne.

Die Auslöschungsschiefe auf *M* wurde in Dünnschliffen parallel der Längsfläche bestimmt; die Angabe von Des Cloizeaux über bald saubere, bald undulöse Auslöschung erklärt sich nach dem oben Gesagten von selbst. Die an verschiedenen Stellen der Platten gefundenen Werthe schwanken zwischen 16° 9′ und 20° 10′ für den Feldspath von Ojamo und 15° 45′ und 21° 45′ für den von Labrador. Ausserdem hat Des Cloizeaux solche Stücke von Labrador untersucht, welche eine bedeutend grössere Auslöschungsschiefe besassen (26° 41′ — 28° 46′).

Davon abgesehen, stehen seine Angaben mit meinen eigenen Beobachtungen, wie man sieht, vollkommen im Einklange; nur bezüglich des Feldspathes von Ojamo ist vielleicht die Vermuthung gestattet, dass die von Des Cloizeaux untersuchten Stücke eine

Digitized by Google

im Durchschnitte etwas anorthitreichere Mischung darstellen, als die oben beschriebenen.

Diese Vermuthung wird durch die Mittheilungen von Des Cloizeaux, welche Axenwinkel und Dispersion betreffen, noch unterstützt. Er beobachtete nämlich an Platten senkrecht zur positiven Mittellinie dieses Feldspathes einen Axenwinkel in Oel $2Ha = 84^0\ 43'$ für rothe, $84^0\ 23'$ für blaue, $2Ha = 85^0\ 29'$ rothe, $84^0\ 44'$ blaue, und $2Ha = 87^0\ 5'$ rothe und $86^0\ 34'$ blaue Strahlen, mithin $\rho > \upsilon$.

Platten aus blättrigen, schön goldgelb farbenwandelnden Stücken von Labrador, welche auf *M* die Auslöschungsschiefe von 27° zeigten, ergaben einen Axenwinkel $2Ha = 89^0\ 10'$ (roth), $87^0\ 49'$ (blau), solche aus Feldspath von Diupavog, Küste Islands $2Ha = 88^0\ 25'$ (roth), $86^0\ 44'$ (blau); beiden entspricht wieder $\rho > \upsilon$.

Des Cloizeaux hat auf diese Uebereinstimmung aller von ihm untersuchten Labradorite in der Dispersion ($\rho > \upsilon$) ein sehr grosses Gewicht gelegt und dieselbe nicht blos als ein constantes Merkmal der Labradorite überhaupt, sondern auch als das sicherste Unterscheidungsmittel gegenüber dem Albit und Oligoklas hingestellt, welche beide $\rho < \upsilon$ um die positive Mittellinie zeigen.

Allein die am Feldspath von Ojamo von Des Cloizeaux gewonnenen Resultate, verglichen mit meinen eigenen Beobachtungen scheinen vielmehr dafür zu sprechen, dass in diesem interessanten Feldspath der Umschlag der Dispersion erfolgt.

Da ferner vom Oligoklas und Andesin her eine Abnahme des Axenwinkels zu beobachten ist, und jenes Stück Labradorit, in welchem $\rho = \upsilon$ gefunden wurde, zugleich den kleinsten bei Labradoriten beobachteten Axenwinkel aufweist, so wird es wahrscheinlich, dass von hier an der Axenwinkel bei entgegengesetzter Dispersion wieder zu wachsen beginnt, und dass der von Des Cloizeaux allgemein ausgesprochene Satz nur für jene Labradorite volle Geltung besitzt, welche in der Reihe der Kalknatronfeldspathe bereits dem Anorthit näher stehen. Volle Sicherheit darüber ist erst nach vielen und genauen weiteren Versuchen mit Hilfe eines besonders günstigen Materiales zu erwarten. Ausser der gewöhnlichen Dispersion hat Des Cloizeaux noch deutliche gedrehte und schwache (nur bei der Varietät von Ojamo auffallend starke) geneigte Dispersion beobachtet.

Digitized by Google

Aus allem bisher Mitgetheilten lässt sich der wahre Axenwinkel der Labradorite nur annähernd bestimmen. Gleiches gilt aber auch von der Lage der positiven Mittellinie bezüglich der Krystallform.

In seinem ersten Mémoire, pag. 9, hatte Des Cloizeaux der grösseren Einfachheit wegen angenommen, dass eine Platte, wenn sie der stumpfen Kante *P*/*M* genau parallel ginge und dabei unter 124° gegen *P*, 149° 20′ gegen *M*, 129° 5′ gegen das rechte Prisma geneigt sei, hinreichend genau zur spitzen Bissectrix (positiven Mittellinie) senkrecht stünde, um zur Beobachtung des Axenwinkels und der Dispersion zu dienen. In der That sind auch die von mir untersuchten Schliffe bei einer Neigung von 126° 35′ zu *P*, 149° 15′ zu *M*, sowie 126° 5′ zu *P* und 147° 20′ zu *M* (Feldspath von Ojamo) und 127° 15′ zu *P*, 147° zu *M* (Feldspath von Labrador) nahezu, wenn auch nicht vollkommen, senkrecht zur positiven Mittellinie und gleichzeitig beiläufig in der Zone *P*/*M*, so dass diese Angaben, sowie die oben angeführten von Des Cloizeaux von den thatsächlichen Verhältnissen nicht gerade viel abweichen dürften.

Was jedoch die Möglichkeit betrifft, die Lage der Elasticitätsaxe c mit mathematischer Genauigkeit anzugeben, so muss bemerkt werden, dass schon die Entscheidung darüber, ob dieselbe genau in die Zone *P*/*M* fällt, auf die grössten Schwierigkeiten stösst, weil die Unvollkommenheit der prismatischen Spaltbarkeit die Bestimmung der Neigung eines zu c senkrechten Schliffes in Bezug auf die Prismenflächen sehr schwierig und unsicher macht.

Die späteren von Des Cloizeaux, in einer Anmerkung zu den Beobachtungen am Feldspath von Ojamo, in seinem zweiten Mémoire, S. 53 gegebenen Daten, wonach die Neigung einer solchen Platte zu *P* 124°, zu *M* 148° 36′, zum rechten Prisma aber nicht 129° 5′, sondern 135° 6′ betragen würde, sind schon deshalb nicht geeignet besonderes Vertrauen einzuflössen, weil nirgends ausdrücklich ausgesprochen wird, dass sie das Resultat directer Messungen sind, unter welcher Voraussetzung sie allein Berechtigung haben.

Michel Lévy, welcher diese Daten l. c. bei Berechnung der Auslöschungsschiefen auf Schnitten der Zonen 001 : 010 und 001 : 100 zu Grunde legte, ist dabei, wie bereits erwähnt, mit den Erfahrungen über die Grösse des wahren Axenwinkels beim Labradorit

Digitized by Google

in Widerspruch gerathen. Freilich dürfte der Fehler noch anderswo liegen.

Des Cloizeaux hat nemlich wiederholt die Auslöschungsschiefe auf *M* mit der Trace der Axenebene identificirt. So auch im Labradorit[1]). Michel Lévy ist ihm darin gefolgt.

In jenem Falle, wo die optischen Axen zur Plattennormale genau symmetrisch liegen, hat diese Ausdrucksweise ihre volle Berechtigung. Sie bedingt daher im Albit und Oligoklas, ja selbst noch im Andesin keinen sehr bedeutenden Fehler; hier beim Labradorit, wo die Axen von der Plattennormale so verschieden weit entfernt sind, dass die zweite nicht einmal andeutungsweise sichtbar wird, ist aber der Unterschied zwischen der Trace der Axenebene und der Auslöschungsschiefe schon ziemlich bedeutend. Um über die Grösse desselben wenigstens einen beiläufigen Begriff zu erhalten, habe ich die Annahme gemacht, dass die oben untersuchten Schliffe genau senkrecht zur Bissectrix stünden und diese genau in der Zone *P*/*M* liege Auf diesen Schliffen beobachtet man eine Auslöschungsschiefe von 24°—27°, welche Werthe hier direct der Trace der Axenebene entsprechen; daraus und aus der Neigung der Schliffe zu *M* berechnet sich der Winkel der Trace der Axenebene auf *M* gegen *P*/*M* unter obigen Voraussetzungen noch circa 4° höher als der vorige, während die Auslöschungsschiefe auf der Längsfläche des Materiales, aus dem die Präparate gefertigt sind, durchschnittlich 17°—19° beträgt.

Unter der gleichen Voraussetzung, dass die Bissectrix genau in der Zone *P*/*M* liegt, lässt sich aus den Beobachtungen über die Neigung (δ) der dazu senkrechten Fläche zu *M*, sowie aus den Beobachtungen über die Grösse der Auslöschungsschiefe (ε) von solchen Schliffen und aus der Annahme des wahren Axenwinkels ($2V$) (was nach den Untersuchungen in Oel und Glas mit ziemlicher Annäherung möglich ist), die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* nach der von Michel Lévy, l. c. S. 400, gegebenen Formel für cotg $2y$ berechnen, wobei $\alpha = \pi - \beta$, respective $\alpha = \beta$ zu setzen

[1]) Siehe Mémoire sur les propriétés pag. 9: wo die Trace der Axenebene auf *M* zu 27°—28° angegeben und Mémoire sur le microcline S. 53: wo mit Hinweis auf das erste Mémoire von jener Varietät, welche die besten Platten senkrecht zur spitzen Bissectrix lieferte, die Auslöschungsschiefe auf *M* zu 26° 41′ bis 28° 46′ gegen die Kante *P*/*M* bestimmt wird.

Digitized by Google

ist, wenn man unter diesen Umständen die Ebene, normal zur positiven Mittellinie, als Ausgangsebene wählt.

Für $\delta = 31°$, $\varepsilon = 25°$ und $2V = 80°$ berechnet sich die Auslöschungsschiefe auf P (π) zu $6° 50'$, auf M (μ) zu $16°$; für $\delta = 31°$, $\varepsilon = 27°$, $2V = 79°$ wird $\pi = 7° 20'$; für $\delta = 31°$, $2V = 76°$, $\varepsilon = 27°$ erhält man $\pi = 6° 45'$, $\mu = 16° 15'$.

Wenn man hingegen statt von der direct gemessenen Neigung der erwähnten Schliffe zu M von der in anderen Schliffen, senkrecht zu P und M, beobachteten Auslöschungsschiefe (26°) gegen die Trace der Längsfläche ausgehend $\delta = 26°$ setzt, erhält man bei $\varepsilon = 25°$ und $2V = 78°$, für $\pi = 5° 28'$ und $\mu = 20° 20'$, welche Zahlen thatsächlich gefundenen Werthen entsprechen.

Aus dem Vorstehenden dürfte wenigstens das Eine ersichtlich geworden sein, dass es eher gelingen könnte, unter Annahme des wahren Axenwinkels aus dem bereits Bekannten die Auslöschungsrichtungen zu bestimmen, als umgekehrt aus ihnen und den zur Zeit noch so mangelhaften Daten über die Lage der Axenebene auf dem Wege der Rechnung die Grösse des Axenwinkels zu finden, dass wir jedoch besser thun, auf eine mathematische Behandlung der optischen Verhältnisse des Labradorites vorläufig noch zu verzichten.

Bytownitreihe[1]) ($Ab_1 An_3$ bis $Ab_1 An_6$).

Im vorigen Abschnitte wurden solche Plagioklase näher besprochen, welche der supponirten Labradormischung $Ab_2 An_3$ nahe kommen, aber noch auf der Seite des Andesins liegen. Dieselben zeigten in der That in ihrem optischen Verhalten noch mehrfache Anklänge an den Andesin, dabei aber wenigstens theilweise bereits die Dispersion des Anorthites.

Im Folgenden sollen jene Mischungen betrachtet werden, welche zwischen dem eigentlichen Labradorit und dem Anorthit stehen und welche daher in die von Tschermak aufgestellte

[1]) Obwohl gerade der Bytownit aus Canada, wie Zirkel nachgewiesen hat, gar kein einfaches Mineral, sondern ein Gemenge aus vorwaltendem Anorthit, Hornblende, Quarz und Magneteisen ist, so liegt doch kein Grund vor, weshalb der Name Bytownit zur Bezeichnung der entsprechenden Plagioklas-Mischungen nicht beibehalten werden könnte.

Digitized by Google

Bytownitreihe gehören. Solcher Plagioklase sind bisher verhältnissmässig noch wenige bekannt, sei es, weil dieselben wirklich in der Natur selten vorkommende Mischungen darstellen, sei es, weil durch ihre Beschaffenheit und die Art ihres Vorkommens der Nachweis ihrer Existenz nur in seltenen Fällen möglich ist.

So grosses Interesse daher gerade diese Gruppe mit Recht beansprucht, weil hier in den Verhältnissen der Doppelbrechung eine weitere Annäherung an den Anorthit zu erwarten ist, so schwer ist es, aus den angedeuteten Gründen, geeignetes Untersuchungsmaterial zu erhalten.

Durch die Güte und Freundlichkeit des Herrn Prof. G. vom Rath war ich jedoch in Stand gesetzt, die optischen Eigenthümlichkeiten dieser Gruppe in ausreichender Weise kennen zu lernen, und zwar an einem sehr charakteristischen Vertreter derselben, dessen Name aus der Discussion der Feldspathfrage hinlänglich bekannt ist, nemlich dem Plagioklase aus dem Närödal bei Gudwangen am Sognefjord in Norwegen.

Von den zahlreichen Analysen, deren Gegenstand dieser Feldspath bereits gewesen ist, sei hier blos jene vom Herrn Professor E. Ludwig herrührende erwähnt, auf Grund deren Hofrath Tschermak in einer Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften (am 1. Juli 1869) zuerst vorgeschlagen hat, das in Rede stehende Mineral als einen Bytownit zu bezeichnen.

Spec. Gew. nach Tschermak 2·729.

Der zuvor genannte Forscher fand:

SiO_2	48·94	Proc.
Al_2O_3	33·26	„
CaO	15·20	„
Na_2O	3·30	„
	100·60	Proc.

Ausserdem Spuren von Magnesia und Kali, welche auf mikroskopische Einschlüsse zurückgeführt werden. Diese analytischen Daten entsprechen fast genau den für eine Mischung $Ab_1\ An_3$ berechneten Zahlen, wie man sich an Hand der Seite 153 mitgetheilten Tabelle sofort überzeugen kann.

Das mir vorliegende Material stellt ein grobkörniges Gemenge dar, welches zum grössten Theile aus an- und durcheinander ge-

Digitized by Google

wachsenen grauweissen bis graubraunen Plagioklaskörnern besteht, zwischen denen hie und da Hornblende (bisweilen in nadelförmigen vollkommen ausgebildeten Kryställchen mit Quer- und Längsfläche), sowie Granat, die beide auch als Einschlüsse im Plagioklase sich wiederfinden, eingestreut sind. Der Plagioklas selbst ist mitunter ungemein reich an Einschlüssen, die bald an die der übrigen Labradorite erinnern, bald viel grösser sind und dann durchwegs als farblose, sowohl nadelförmig langgestreckte, als auch kurzgedrungene Kryställchen erscheinen, welche sämmtlich derselben Substanz, vielleicht Hornblende, angehören dürften. Dieser, sowie der weitere Umstand, dass sämmtliche Partien des Feldspathes eine in der mannigfaltigsten Weise ausgebildete Zwillingsstreifung zeigen, erschwert die Untersuchung sehr bedeutend, weil dieselbe zur Vermeidung von Irrthümern bis auf die einzelnen kleinen Bestandtheile des krystallinischen Gemenges sich erstrecken muss. Von einem Farbenspiel auf der Längsfläche konnte nichts wahrgenommen werden. Die Spaltbarkeit erscheint sowohl nach dem rechten als nach dem linken Prisma nur sehr undeutlich.

1. Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte. Die Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen auf der Endfläche wurde an Spaltungsstücken unter Berücksichtigung der Spaltflächenwinkel der vorherrschenden Lamellen bestimmt. Die Auslöschungsschiefe wurde gleichgerichtet mit jener der früher betrachteten Labradorite, also der Trace des linken Prismas in der Lage gegen die Kante P/M entsprechend, ihr Winkel dagegen bedeutend grösser gefunden — ein Resultat, welches den Erwartungen vollkommen entspricht.

Möglichst genaue Messungen im Natriumlicht, ausgeführt mittelst Spaltblättchen nach P mit schmäleren und breiteren Zwillingslamellen des Albitgesetzes, ergaben nemlich — 15° 36′ einerseits und — 17° 59′ andererseits. Auf der Längsfläche ist der Winkel der Auslöschungsschiefe ebenfalls negativ im oft besprochenen Sinne, sein Werth nach den Beobachtungen im Natriumlicht — 28° 40′.

Die sonst noch in Folge beiläufiger Bestimmungen an anderen Spaltungsstücken gefundenen Werthe zeigen ziemlich auffallende Schwankungen, namentlich auf der Endfläche, wo sie sich zwischen — 14·5° als Minimum und — 20° als Maximum bewegen, während sie auf der Längsfläche zwischen — 27° und — 32° liegen.

Digitized by Google

Diese Variationen dürfen nicht lediglich auf Beobachtungsfehler zurückgeführt werden, wenn auch letztere in Folge der mehr oder weniger zähen und meist trüben Beschaffenheit des Materiales sowie der Lage und Dispersionsverhältnisse der optischen Axen hier mitunter ziemlich bedeutend sein können.

Auch scheint das über den Einfluss der Lage der untersuchten Blättchen mit Bezug auf die Axe des Instrumentes beim Labradorit Gesagte hier in noch höherem Grade zu gelten.

Ein Präparat, welches aus einem geeigneten Spaltblättchen durch Abschleifen parallel der Längsfläche gewonnen wurde und dessen Schlifffläche, wie eine nachträgliche Messung vor dem Dünnschleifen ergab, vollkommen in der Zone P/M geblieben und nur gegen die Endfläche der vorherrschenden Albitzwillingslamellen unter einem um 3° stumpferen Winkel geneigt war, als ihre zugehörige Längsfläche, gestattete auch an diesem Plagioklase den Nachweis des sogenannten Periklingesetzes und höchst interessante Beobachtungen über die Lage seines rhombischen Schnittes.

Das Periklingesetz tritt auch hier wieder in polysynthetischer Ausbildung auf; doch reichen die Streifen nur stellenweise vom Seitenrande des Präparates bis in die Mitte hinein, wenige durchziehen die ganze Länge desselben, vermuthlich dort, wo umgekehrt das Albitzwillingsgesetz weniger gleichförmig zur Durchführung gekommen ist.

Die Streifung ist gegen die Kante P/M geneigt, und zwar in gleichem Sinne wie die Auslöschungsschiefe der zugehörigen Partien, die wieder in gleicher Weise wie die Auslöschungsschiefe der Hauptmasse, jedoch unter einem bedeutend kleineren Winkel, gegen die genannte Kante orientirt ist.

Die Grösse dieser Winkel, insbesondere desjenigen zwischen Streifen und Kante, konnte blos auf indirectem Wege, aus der Differenz der für den Eintritt des Maximums der Dunkelheit in der Hauptmasse gefundenen Werthe genauer bestimmt werden, indem einmal von der Trace der basischen Spaltbarkeit, das andere Mal von der Streifungsrichtung ausgegangen wurde.

Aus den an verschiedenen Stellen der Platte, oben und unten wiederholten Beobachtungen ergaben sich als die wahrscheinlichsten folgende Mittelwerthe: Gesetzt, dass bei 0° der Faden des Oculars mit der Kante P/M übereinstimmt, so fällt derselbe bei 8·8° mit

Digitized by Google

der Streifung, bei 20·3° mit der Auslöschungsschiefe der schmalen Lamellen, bei 29·7° mit derjenigen der Hauptmasse zusammen, wofern das Präparat in stets gleichem Sinne in seiner Horizontalebene gedreht wird.

2. Die Beobachtungen im convergenten polarisirten Lichte liefern nicht nur den besten Commentar für die Abweichungen des Verhaltens im parallelen Lichte gegenüber den anderen Labradoriten, sondern sie zeigen auch deutlicher noch als jene eine unverkennbare Annäherung an die Verhältnisse des Anorthites.

Ein Blick auf die beiden Interferenzbilder Fig. 6 *a* und Fig. 6 *b*, Tafel II, welche der rechten Längsfläche und oberen Basisfläche des orientirten Krystalles entsprechen, wird diesen Uebergang anschaulicher machen, als blosse Worte. Ich beschränke mich daher darauf aufmerksam zu machen, dass in den Spaltblättchen parallel der Längsfläche der Verlauf der Axenebene nur mehr spurenweise sichtbar ist und die Lemniskaten fast ganz verschwinden, während die vordere Axe, trotzdem der eigentliche Axenpunkt noch immer ausserhalb liegt, mehr gegen die Mitte gerückt erscheint und mit der einen Hälfte ihrer Ringe den grössten Theil des Gesichtsfeldes ausfüllt.

Die Interferenzerscheinungen geeigneter Spaltblättchen parallel der Endfläche sind ferner von den soeben beschriebenen nicht mehr wesentlich verschieden; denn wenn man auch sofort merkt, dass die optische Axenebene gegen die Längsfläche noch immer stärker geneigt ist, als gegen die Endfläche selbst, so erscheint doch letzterer Winkel gegenüber den früher betrachteten Labradoriten bereits in bedeutender Zunahme begriffen.

Versuche mit der Quarzplatte lassen vermuthen, dass die zu den beiden durch die Curven angedeuteten Axen gehörige Mittellinie auch hier im stumpfen Winkel der Flächen *P* und *M* liegt und mit der Axe der kleinsten Elasticität zusammenfällt, sich also positiv verhält. Die genauere Verfolgung dieser Verhältnisse, insbesondere das Studium der Dispersion, sowie die Messung des Axenwinkels scheiterte an der Ungunst des Materiales, namentlich an dem Mangel grösserer einheitlicher Partien.

Dagegen konnte ich die oben geschilderten optischen Eigenthümlichkeiten des Bytownites aus dem Närödal an einem unter

Digitized by Google

der Etiquette „Anorthit von Volpersdorf" in der Institutssammlung befindlichen Stücke sämmtlich wiederbeobachten.

Mit den Plagioklasen, welche in der Gegend von Neurode und Volpersdorf in Schlesien vorkommen, haben sich mehrere Forscher bereits ziemlich eingehend beschäftigt. So G. vom Rath, A. Streng[1]), gleichzeitig M. Websky[2]), zuletzt H. G. Rose[3]). Prof. Websky, dem unter Anderem auch bestimmbare Krystalle zu Gebote standen, gelangte auf Grund seiner Beobachtungen (wie Messung der Spaltflächenwinkel, Studium der Zwillingsverwachsungen etc.) zu dem Resultate, dass der mit braunen und grünen augitartigen Mineralen und Serpentin vorkommende weisslichgraue Feldspath dem Anorthit zuzurechnen sei, oder doch dieser Species näher stehe, als dem Labrador. A. Streng hat in seiner citirten Schrift namentlich den Umstand hervorgehoben, dass zwichen dem aus Serpentin und Anorthit bestehenden Serpentinfels und dem aus Augitmineralen und eigentlichem Labrador bestehenden Gabbro sich zahlreiche Uebergänge finden und die Ansicht ausgesprochen, dass ebensolche Uebergänge auch für die darin enthaltenen Plagioklase wahrscheinlich seien, indem die l. c. S. 257 angeführten Analysen des feldspathigen Bestandtheiles im Serpentinfels in die Nähe der Mischungen Ab_1 An_6 verweisen, während eine solche des Plagioklases aus einem Uebergangsgesteine (S. 266 und 267) bis auf eine etwas grössere Differenz im Thonerdegehalt mit der eben betrachteten Mischung Ab_1 An_3 fast vollständig übereinstimmt.

So scheint auch der mir vorliegende, von Diallag, Serpentin und etwas Magneteisen begleitete Plagioklas ein Bytownit zu sein.

In Uebereinstimmung damit stehen die auf zahlreichen Spaltblättchen parallel der Endfläche zwischen — 11° im Minimum und — 17·5° im Maximum schwankenden Werthe der Auslöschungsschiefe, welche in Spaltblättchen nach der Längsfläche zu — 25·5° bis — 30° gefunden wurde. Auch der Anblick der Spaltblättchen im convergenten Lichte ist ein ganz ähnlicher wie vom Plagioklas aus

---

[1]) Bemerkungen über den Serpentinfels und den Gabbro von Neurode in Schlesien. Neues Jahrb. f. Min. etc 1864, S. 257.

[2]) Ueber Diallag, Hypersthen und Anorthit im Gabbro von Neurode in Schlesien. Z. d. d. geol. Ges. 1864, S. 530.

[3]) Ueber die Gabbroformation von Neurode in Schlesien. I. Abth. Z. d. d. geol. Ges. 1867, S. 275.

Digitized by Google

dem Närödal. In einem Schliffe konnten wenigstens an der einen (vorderen) Axe die der positiven Mittellinie entsprechenden Dispersionserscheinungen, welche auf $\rho > \upsilon$ verbunden mit nur schwacher gekreuzter Dispersion hindeuten, beobachtet werden. Unter den von M. Websky bereits beschriebenen Zwillingsverwachsungen scheint die Vereinigung von nach dem Albitgesetz verzwillingten Partien in einer dem Karlsbader Gesetze entsprechenden Stellung besonders häufig vorzukommen, wobei die Längsfläche als Berührungsebene fungirt und in dieser Eigenschaft sich öfter wiederholen kann.

Zu dieser Gruppe von Plagioklasen scheinen ferner die von G. vom Rath in seinem so oft erwähnten Aufsatze „über das Periklingesetz" S. 169 etc. nach Form und Zwillingsbildung ausführlich besprochenen Labradoritkrystalle aus dem Trachyte von Vischegrad bei Gran zu gehören, wie aus seiner an gleicher Stelle mitgetheilten Analyse hervorgeht. Um so mehr Beachtung verdient es daher, dass derselbe Forscher an ihnen ausser dem (gewöhnlich vorherrschenden) Gesetze: „Zwillingsaxe die Verticale" und dem Gesetze: „Zwillingsaxe die Normale zu *M*" gleichzeitig auch das Kennzeichen der Zwillingsbildung „parallel der Makrodiagonale", nemlich eine stumpfe einspringende Kante auf der Längsfläche beobachtet hat, welche (wie beim Bytownit) steiler nach vorne neigt als die Kante P/M, und dass auch ihr Winkel mit der Brachyaxe, welcher von ihm angenähert zu 10° geschätzt wurde, mit der oben angeführten Zahl so nahe übereinstimmt.

Anorthit *(An)*.

Um die vergleichende Behandlung der optischen Eigenschaften der Kalknatronfeldspathe zum vollständigen Abschlusse zu bringen, bleibt nur noch das Verhalten des Anorthites näher zu betrachten, dessen Studium nicht blos deshalb ein ganz besonderes Interesse darbietet, weil er das Endglied jener Reihe darstellt, sondern noch weit mehr aus dem Grunde, weil die Verhältnisse sich hier am meisten vom monoklinen Typus entfernen, so dass sie bis heute auch am unvollständigsten bekannt waren.

Unter den in der Natur vorkommmenden Feldspathen darf der Anorthit vom Vesuv wohl mit Recht als der beste Repräsentant

Digitized by Google

des reinen Kalkfeldspathes angesehen werden. Dies beweist unter andern auch schon die Analyse von Abich, welcher in demselben Minerale bei einem spec. Gewichte von 2·763 die folgende Zusammensetzung fand [1]):

SiO_2	43·96 Proc.
Al_2O_3	35·30 „
Fe_2O_3	0·63 „
CaO	18·98 „
MgO	0·45 „
Na_2O	0·47 „
Ka_2O	0·39 „
	100·18 Proc.

Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist in diesem Falle nahezu vollständig, wie aus der oben mitgetheilten Tabelle hervorgeht. Das erwähnte Vorkommen wurde daher zuerst untersucht. Das Material dazu lieferte ein in der Institutssammlung befindlicher schöner Auswürfling von der Somma, welcher in den Höhlungen eines krystallinisch körnigen Aggregates von grünem Augit und dunklem Glimmer theils wohlausgebildete, wasserhelle, stark glänzende Krystalle von der bekannten Form und glasigem Aussehen, theils weissliche, halbdurchsichtige krystallinische Massen von Anorthit in ziemlicher Grösse und reichlicher Menge enthält.

Die Spaltbarkeit liess sich nur in beschränktem Masse zur Herstellung von Präparaten verwenden, weil das vesuvische Mineral häufig eine so auffallend glasige Beschaffenheit besitzt, dass es gleich dem Sanidin mit Vorliebe nach schnell entstandenen, unregelmässigen Sprüngen [2]) in Körner zerfällt, sobald man es zu spalten versucht. Auch sind die so erhaltenen Spaltflächen meist sehr uneben und rissig.

Es erwies sich schliesslich noch als das Vortheilhafteste, von natürlichen Krystallflächen auszugehen und durch Abspalten parallel denselben flach tafelförmige Stücke nach P und M darzustellen,

[1]) Siehe Tschermak's Chemisch-mineralogische Studien, I. Feldspathgruppe, S. 26.

[2]) Vielleicht spielt dabei auch die von G. vom Rath seinerzeit betonte Spaltbarkeit nach der Fläche u eine Rolle.

Digitized by Google

welche wenigstens auf einer Seite vollkommen eben waren, auf die sie dann aufgelegt werden konnten.

Da ferner zwischen dem optischen Verhalten auf der Längs- und Endfläche ein äusserst geringer Unterschied existirt, so erforderte die genaue Feststellung desselben die grösste Vorsicht und konnte demgemäss nur an krystallographisch vollkommen orientirbaren Präparaten mit Sicherheit vorgenommen werden.

An den mir vorliegenden Proben findet sich Zwillingsbildung (im Gegensatze zu den früher mitgetheilten, namentlich an den Spaltungsstücken aller eigentlichen Plagioklase gemachten Beobachtungen) überhaupt recht selten ausgesprochen. Die polysynthetische Ausbildung des Albitzwillingsgesetzes insbesondere, sonst für das Aussehen der Endflächen so charakteristisch, erscheint hier nur zuweilen durch sehr feine linienförmige Einlagerungen parallel der Kante P/M auf der Basisfläche im Uebrigen ganz einfacher Krystallindividuen angedeutet. Die Lamellen, denen sie entsprechen, sind dabei so fein, dass ihre Auslöschung in der Regel sich gar nicht bestimmen lässt. Durch das Vorhandensein einfacher Individuen wird nun die Untersuchung selbst allerdings vereinfacht, durch das Fehlen jeder Zwillingsbildung jedoch die Orientirbarkeit der Präparate umgekehrt erschwert. Aus den angeführten Gründen mussten die letzteren hauptsächlich Krystallen entnommen werden, deren wichtigste Flächen am Goniometer zuvor bestimmt worden waren.

1. Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte.

Sowohl auf der Endfläche als auf der Längsfläche des Anorthites erscheinen die beiden um 90° von einander verschiedenen Hauptschwingungsrichtungen mitunter fast gleich geneigt gegen die Kante zwischen P und M. Trotzdem kann auch hier noch immer von einer derselben Kante näher liegenden Auslöschungsschiefe gesprochen werden, weil der Winkel der einen Hauptschwingungsrichtung des polarisirten Lichtes mit der Brachydiagonale stets etwas unter 45° bleibt, während jener der anderen um ebenso viel über 45° sich erhebt.

Die Erscheinungen im convergenten Lichte beweisen, dass die kleinere Auslöschungsschiefe auf P und auf M diejenige ist, welche wir bei allen übrigen Plagioklasen gleichfalls stets in Betracht ge-

Digitized by Google

zogen haben, nemlich jene, welche der Trace der Axenebene auf den betreffenden Flächen am nächsten kommt.

Zahlreiche Beobachtungen, ausgeführt an solchen Präparaten, welche einerseits von natürlichen Krystallflächen, andererseits von Spaltflächen begrenzt waren, erwiesen übereinstimmend für diese Auslöschungsschiefe eine ähnliche Orientirung wie bei den Labradoriten und den Bytowniten insbesondere, also im Sinne der Trace des linken Prismas auf *P* und der langen Diagonale des von den verticalen und horizontalen Kanten gebildeten schiefwinkligen Parallelogrammes auf *M*. Möglichst genaue Messungen ihres mithin stets negativen Winkels ergaben seinen Werth im Natriumlicht zu — 36° 37′ und — 37° 22′ auf *P*, zu — 38° und — 39° 44′ auf *M*, so dass dieselbe auf beiden Flächen nahezu gleiche Lage besitzt.

Die in Folge beiläufiger Bestimmungen an anderen Präparaten, namentlich Spaltungsstücken, sonst noch gefundenen Werthe zeigen ziemlich bedeutende Schwankungen von 36° bis 42° auf *P*, von 37° bis 43° auf *M*.

Doch ist es keineswegs nothwendig, aus diesen Schwankungen auf eine Verschiedenheit in der Lage der optischen Elastizitätsaxen der untersuchten Stücke zu schliessen; vielmehr lassen sich dieselben leicht unter der Voraussetzung erklären, dass der Winkel der optischen Axen im Anorthit etwas variabel sei, abgesehen davon, dass schon eine geringe Abweichung der Oberfläche des Präparates von einer zur Verticallinie des Instrumentes senkrechten Ebene vermöge des äusserst unsymmetrischen Austrittes der optischen Axen gegenüber der Plattenormale das Resultat der Beobachtung möglicherweise bedeutend beeinflusst.

Hier sei auch des Vorkommens von Zwillingsbildungen nach dem Gesetze: „Zwillingsaxe die Makrodiagonale“ mit einigen Worten gedacht.

Am vesuvischen Kalkfeldspathe hat bekanntlich G. vom Rath, welcher sich um unsere Kenntniss der Krystallformen und Zwillingsbildungen dieses Minerales insbesondere so grosse Verdienste erworben, die ersten Beobachtungen darüber gemacht [1]), dass die incongruenten Ränder der Flächen *M* zweier nach diesem Gesetze

[1]) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 138, Hft. 3, S. 454 u. f.

Digitized by Google

verbundener und parallel P übereinander liegender Individuen in einer schiefen Kante, der sogenannten „Ueberwachsungskante" sich ausgleichen, welche steiler nach abwärts neigt als die Kante P/M. Der Winkel dieser Zwillingslinie mit der erwähnten Kante wurde von ihm l. c. S. 455 aus den Axenelementen des Anorthites (resp. der Neigung $P : M$ 85° 50′ und der Divergenz der Brachyaxen von 2° 23′) zu 16° 53″ berechnet, nach Messungen an den Zwillingskrystallen selbst, übereinstimmend damit, zu 16° 2′ gefunden.

In zwei weiteren Aufsätzen [1]) hat derselbe Forscher nicht blos nachgewiesen, dass diese schiefen Ueberwachsungskanten in den meisten Fällen jener Ebene angehören, nach welcher die besprochenen Zwillingskrystalle sehr häufig miteinander verwachsen, und dass diese Ebene, die Ebene des sogenannten rhombischen Schnittes, der Rechnung zufolge mit einer Domenfläche $\frac{1}{3}'\overline{P}'\infty$ beim Anorthite zusammenfällt, sondern zugleich die Identität dieser Zwillingsbildung mit der nach dem sogenannten Periklingesetze constatirt.

Obzwar sich unter dem von mir untersuchten Materiale eigentliche Zwillingskrystalle nach dem vom Rath'schen Gesetze nicht fanden, so waren doch in mehreren Präparaten nach M feine Einlagerungen zu bemerken, welche in ihrer Richtung der Trace des rhombischen Schnittes geradezu entsprechen [2]), indem sie, gleichsinnig gegen die Kante P/M geneigt wie die Auslöschungschiefe der Hauptmasse, mit jener Kante einen Winkel von ungefähr 15° einschliessen, und welche daher einer Art polysynthetischer Ausbildung desselben Zwillingsgesetzes ihre Entstehung verdanken mögen.

In dickeren Präparaten erscheinen dieselben in der Regel als weisse Streifen, die gar keine Auslöschung geben, was leicht begreiflich wird, sobald sie nicht durch die ganze Dicke des Präparates hindurchgehen, so dass anders orientirte Partien der Hauptmasse darüber und darunter zu liegen kommen. Beim Dünnschleifen

---

[1]) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 147, St. 1, S. 22 und in der mehrfach citirten Abhandlung über das Periklingesetz.

[2]) Dergleichen feine Zwillingslamellen hat auch G. vom Rath bereits beobachtet und darüber l. c. mitgetheilt.

Digitized by Google

solcher Stücke verschwinden daher die meisten der Streifen; nur die wenigen, welche in der Ebene des Schliffes liegen, bleiben zurück und diese löschen, soweit es sich bestimmen lässt, im gleichen Sinne mit der Hauptmasse, aber unter einem ca. 10° kleineren Winkel gegen die Trace der basischen Spaltbarkeit aus.

2. Untersuchung im convergenten Lichte.

Wenn man geeignete Präparate nach *P* und *M* unter den Nörremberg'schen Polarisationsapparat bringt, dann bekommt man hier wie dort das vollständige Bild einer optischen Axe zu sehen, mit den zugehörigen Ringen, deren Mittelpunkt in Präparaten nach *M* sehr nahe am Rande des Gesichtsfeldes liegt, in solchen nach *P* ein klein wenig mehr gegen die Mitte des Gesichtsfeldes gerückt erscheint. Von Lemniskaten ist keine Spur zu sehen, so dass aus der blossen Beobachtung dieser Interferenzerscheinungen an und für sich ein Schluss auf die Lage der optischen Axenebene noch nicht möglich wäre.

Auch in der bisherigen Literatur fanden sich über die krystallographische Orientirung der optischen Elastizitätsaxen im Anorthite nur die wenigen unzureichenden Daten, welche Des Cloizeaux in seinem ersten Mémoire, S. 11 veröffentlicht hat. Dieselben beschränken sich auf die Angabe, dass Platten, welche zur spitzen Bissectrix und zur Axenebene annähernd senkrecht stehen, ungefähr unter Winkeln von 124° 53′ gegen *P*, 127° 15′ gegen *M* und 96° 50′ gegen das linke Prisma geneigt seien, sonach die scharfe Kante *P*/*M* abstumpfen müssen, durch einen Schliff, welcher gegen den hinteren spitzen Körperwinkel der Primitivform eine sehr schiefe Lage besitzt. Ausserdem hat Des Cloizeaux mit Hilfe solcher Schliffe den Charakter der 1. Mittellinie als negativ bestimmt und an einer guten Platte aus einem Krystalle von der Somma auch den ihr anliegenden Axenwinkel in Oel zu $2Ha = 84° 50'$ f. roth, 85° 24′ grün, 85° 59′ blau gemessen und danach die gewöhnliche Dispersion $\rho < \upsilon$ neben starker geneigter constatirt, gleichzeitig auch die Aehnlichkeit dieser Dispersionserscheinungen jenen gegenüber hervorgehoben, welche man um die positive Mittellinie des Albites beobachtet. Allein unter Berücksichtigung des Umstandes, dass gerade das Verhalten um die positive Mittellinie sich bisher als der rothe Faden erwiesen hatte, welcher sich durch die ganze Reihe der Plagioklase hindurchzieht, mussten diese Daten

Digitized by Google

als für eine vergleichende Betrachtung noch keineswegs ausreichend erscheinen und vor Allem danach gestrebt werden, die Lage der positiven Mittellinie, welche hier nach dem Vorstehenden mit der Mittellinie des stumpfen Axenwinkels zusammenfällt, kennen zu lernen.

Ein Rückblick auf die über den Albit und alle folgenden Plagioklase hier vorausgeschickten Mittheilungen zeigt uns die Elastizitätsaxe c überall fast genau in der Zone *P*/*M* gelegen, dabei aber vom Anfangsgliede der Reihe an in stetiger Wanderung von unten nach aufwärts begriffen, so dass sich unwillkürlich die Ueberzeugung aufdrängt, dass sie auch im Anorthite eine ähnliche Lage besitzen werde, die sich von derjenigen im Labradorite speziell nur durch einen grösseren Abstand von der Plattennormale auf *M* unterscheiden werde und es ist wohl der beste Beweis für die Richtigkeit der hier vertretenen Anschauungsweise, dass diese auf Grund der Tschermak'schen Theorie gezogene Schlussfolgerung sich vollständig bewahrheitet hat.

Wenn man nemlich die beiden oben beschriebenen Interferenzbilder unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, nachdem man ihre Lage im orientirt gestellten Krystalle fixirt hat, dann wird sofort klar, dass sie zwei verschiedenen Axen angehören, von denen die eine am linken Rande der Fläche *M* mehr nach unten zu, die zweite auf *P* ungefähr in der Mitte des Hinterrandes auszutreten scheint, dass sonach die dazwischen liegende Mittellinie, welche nach den Versuchen mit der Quarzplatte sich als positiv erweist, gegen die stumpfe Kante *P*/*M* gerichtet ist, weshalb man letztere durch einen Schliff würde abstumpfen müssen, um senkrecht auf dieselbe zu kommen. Die in gleicher Weise wie alle früheren angefertigten Figuren 7*a* und 7*b*, Tafel II, werden unmittelbar darthun, dass die Verhältnisse des Anorthites sich von denen der Labradorite und speziell der Bytownite nur insoferne unterscheiden, als hier die Axenpunkte zum ersten Male wirklich sichtbar sind, während umgekehrt die Lemniskaten gänzlich verschwinden.

Daraus, dass die Interferenzerscheinungen auf *P* und *M* einander fast ganz analog sind, lässt sich weiter vermuthen, dass die positive Mittellinie gegen *P* und *M* ebenfalls nahezu gleich geneigt sein werde. In der That schliesst ein von mir nahezu vollständig

Digitized by Google

senkrecht auf die positive Mittellinie hergestelltes und nur wenig von einer zur Axenebene senkrechten Ebene abweichendes Präparat [1]) mit der Fläche P einen Winkel von 135° 55′, mit M 138° 13′, mit dem linken Prisma ($\bar{1}10$) 92° 35′ ein. Wenn man bedenkt, dass der Schliff über der stumpfen Kante von P und M angefertigt wurde, und wenn man ferner die Winkel vergleicht, welche die Fläche e mit den angeführten Flächen einschliesst und die nach Kokscharow [2]) für $e : P = 137° 21'$, für $e : M = 136° 49'$, $e : \bar{1}10 = 94° 7'$ betragen, so wird es mehr als wahrscheinlich dass die positive Mittellinie geradezu senkrecht zur eben genannten Krystallfläche austritt. In dem erwähnten Präparate (S) beträgt die der Axenebene entsprechende Auslöschungsschiefe 60° und ist von links oben nach rechts unten gerichtet, wofern die Kante S/M zur Rechten, die Kante P/S zur Linken des Beschauers liegt.

Nach dem Vorstehenden liesse sich die Lage der optischen Axenebene mit Bezug auf die Krystallform beim Anorthit viel einfacher als bei gewissen Mittelgliedern und ebenso genau mindestens wie bei allen übrigen triklinen Feldspathen angeben. Dieselbe steht nemlich auf der Fläche e nahezu oder genau senkrecht, ihre Trace schliesst mit der Kante zwischen P und e einen Winkel von 60° ein und ist dabei von links hinten und oben nach rechts vorn und unten gerichtet, wenn man den orientirten Krystall von vorne her betrachtet.

Danach sind ferner eben so leicht Platten zur Beobachtung der positiven Mittellinie zu erhalten, wofern Krystalle etwa von der Form, welche G. vom Rath l. c. S. 34 als fünfte Varietät beschrieben und auf Tafel II. in Fig. 6 abgebildet hat, zu Gebote stehen, kurz solche, an denen die Fläche e vorherrschend ausgebildet ist.

Leider ist zwar die Fläche n sehr häufig als breite, dagegen die Fläche e in der Regel nur als sehr schmale Abstumpfung der Kanten P/M vorhanden. Jedoch selbst ein mit Hilfe einer so schmalen Fläche gewonnenes weiteres Präparat, welches allerdings vermuthlich weder vollständig in der Zone P/M geblieben, noch genau parallel zu der Fläche e ausgefallen ist, gestattet

[1]) Die Axenebene schliesst ungefähr einen Winkel von 4° mit der Plattennormale ein, während die zweite Mittellinie nur 1° aus der durch die Plattennormale zur Trace der Axenebene senkrecht gelegten Ebene austritt.

[2]) Materialien zur Mineralogie Russlands, Bd. IV., S. 200 u. f.

Digitized by Google

noch ganz gut die Beobachtung der positiven Mittellinie, wenn es auch nicht so genau dazu senkrecht steht.

Aus der Auslöschungsschiefe auf der Fläche *e* resp. auf *S* lässt sich die Trace der Axenebene auf *P* und *M* berechnen; man überzeugt sich, dass dieselbe auf *P* der Trace des linken Prismas nahezu parallel läuft, indem sie mit der Kante *P*/*M* einen Winkel von ungefähr 66° 27′ einschliesst, auf *M* gleichfalls im Sinne der kleineren Auslöschungsschiefe (also von rechts oben nach links unten) verläuft und hier unter beiläufig 67° 27′ gegen dieselbe Kante geneigt ist.

Man kann danach leicht die Präparate in die 45°-Stellung bringen und so die an den optischen Axen auftretenden Dispersionserscheinungen auf der End- und Längsfläche gesondert beobachten.

In Uebereinstimmung mit den an Platten senkrecht zur positiven Mittellinie wahrgenommenen Erscheinungen zeigte sich starke gewöhnliche Dispersion $\rho > \upsilon$, dagegen von allen übrigen Dispersionen so geringe Spuren, dass sie mit Sicherheit nicht angegeben werden können. Zu der betreffenden Figur 4, Taf. III. ist daher nichts weiter zu bemerken. Der Axenwinkel in Glas wurde im Schneider'schen Apparat zu 110° 6′, in Oel im v. Lang'schen Axenwinkelapparat zu 114° 10′ für rothes und 114° 47′ für grünes Licht gemessen, woraus im Einklange mit den von Des Cloizeaux um die negative Mittellinie gemachten Beobachtungen ebenfalls hervorgeht, dass der positive Axenwinkel vom Labradorit angefangen gegen den Anorthit hin wieder zunimmt.

Während nun die krystallographische Orientirung der Elastizitätsaxe c im Anorthit auf sehr einfache Weise sich ausdrücken lässt, findet betreffs der Lage der Elastizitätsaxe a eher das Gegentheil statt. Daher sind auch Platten senkrecht zur letzteren, d. i. zur negativen Mittellinie, bei der Kleinheit des Materiales noch viel schwieriger darzustellen, als diejenigen, welche die Beobachtung der ersteren zum Zwecke haben. Die von mir angefertigten Schliffe sind leider sämmtlich zu schief gegen die Axenebene ausgefallen, als dass es möglich gewesen wäre, die Axenebene mit Hilfe des Schneider'schen Apparates vollständig vertical zu stellen und den Axenwinkel selbst zu messen, wenngleich das negative Verhalten der ersten Mittellinie, sowie das Vorhan-

Digitized by Google

densein starker Dispersion $\rho < \upsilon$ um dieselbe an ihnen recht gut wahrnehmbar ist.

Ausser dem vesuvischen Anorthite wurde auch noch das schon an und für sich höchst merkwürdige und insbesondere wegen der Pseudomorphosen von Fassait nach Monticellit, welche in der Regel die Unterlage der Plagioklaskrystalle bilden, allgemeiner bekannt gewordene, in krystallographischer und chemischer Hinsicht vor nicht langer Zeit von G. vom Rath[1]) ausführlich beschriebene Vorkommen auf der Contactlagerstätte der Pesmeda-Alpe in Südtirol einer eingehenden optischen Untersuchung unterzogen, durch deren Ergebniss die oben mitgetheilten Thatsachen nicht nur vollkommen bestätiget, sondern auch vielfach ergänzt werden.

Dass auch hier eine Mischung vorliegt, welche dem reinen Kalk-Feldspath ziemlich nahe kommt, geht aus den folgenden Analysen hervor, welche G. vom Rath l. c. darüber mitgetheilt hat.

G. vom Raths Analysen des Anorthites von Pesmeda.

I.

SiO_2	= 41·18	Procent
Al_2O_3	= 35·55	„
CaO	= 19·65	„
Wasser	= 2·77	„
	99·15	Procent

II.

Spec. Gewicht = 2.686

SiO_2	= 40·17	Procent
Al_2O_3	= 33·51	„
CaO	= 21·56	„
Wasser	= 4·66	„
	99·90	Procent

Auf Nachweis oder Bestimmung des Natrons war die Untersuchung nicht gerichtet. Die mit I. bezeichnete Analyse betrifft

[1]) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1875, XXVII Bd. Beiträge zur Petrographie II. Ueber die Gesteine des Monzoni, S. 392 u. f. Desgleichen in seinem in der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde am 8. März 1875 gehaltenen Vortrag „Ueber den Monzoni in Südtirol", S. 41 etc.

Digitized by Google

einen lichtfleischrothen, im Innern mit Bezug auf Härte und Spaltbarkeit noch ziemlich frisch erscheinenden, von Chabasit als secundärer Bildung begleiteten Anorthit, während II. sich auf einen weissen, augenscheinlich schon sehr in der Verwitterung vorgeschrittenen Anorthit bezieht. Doch ist das wohl nicht so gemeint, als ob die röthlich gefärbten durchwegs frischer seien, als die weissen Krystalle dieses Vorkommens, indem unter dem mir vorliegenden Materiale wenigstens bald das eine, bald das andere der Fall ist. Nach Abzug des Wassers erhielt derselbe Forscher bei Umrechnung seiner Analysen auf 100 aus I:

42·73 Pct. SiO_2, 36.88 Pct. Al_2O_3 und 20·39 Pct. CaO,

Zahlen, welche von der dem reinen Kalkfeldspath zukommenden procentischen Zusammensetzung von:

43·0 Pct. SiO_2, 36·9 Pct. Al_2O_3 und 20·2 Pct. CaO

nur wenig abweichen.

Die Krystalle sind in Folge der mehr oder weniger vorgeschrittenen Verwitterung, die schon in den Analysen, noch deutlicher aber im Dünnschliffe zum Ausdruck kommt, fast durchwegs nicht blos an ihrer Oberfläche matt und rauh und mitunter von einem körnigen Aggregat von Chabasit überzogen, wodurch der krystallographischen Deutung ihrer Formen ziemliche Schwierigkeiten erwachsen, sondern auch im Innern von Zersetzungsproducten, namentlich aber von feinen Adern, stellenweise selbst grösseren, unregelmässig eingelagerten Partien von Calcit reichlich erfüllt und durchzogen, wodurch insbesondere ihre Spaltbarkeit sehr beeinträchtigt wird. Dazu kommt noch ein anderer Umstand, der später ausführlich besprochen werden wird. Trotz aller aufgewandten Mühe gelang es daher leider nicht, Spaltungsstücke zu erhalten, welche zur optischen Untersuchung brauchbar gewesen wären, indem selbst die dünnsten und klarsten darunter wegen der noch immer trüben weisslichen oder röthlichen Beschaffenheit des Materiales nur eine stark undulöse Auslöschung zeigten. Somit musste von der für gewöhnlich befolgten Methode hier abgegangen und die Untersuchung fast ausschliesslich auf die Beobachtung von gut orientirten Schliffpräparaten beschränkt werden.

Bei Herstellung derselben wurden hauptsächlich solche Krystalle verwendet, an denen die betreffenden Flächen, denen die Schliffe parallel sein sollten, in verschiedener Weise ausgebildet waren.

Digitized by Google

Die zahlreichen, behufs richtiger Deutung der in Verwendung gezogenen Krystalle vorgenommenen Winkelmessungen, welche sich natürlich nur auf die häufigsten der von G. vom Rath l. c. in Folge etwa 100 annähernder Bestimmungen durch aufgelegte Glastäfelchen am Anorthit von Pesmeda entdeckten Flächen beziehen, ergaben u. a. durch directe Beobachtung die Winkel $P : p = 126^{\circ}\ 13'$, $P : n$ (mit Glastäfelchen) $= 133^{\circ}\ 50'$, $P : y = 98^{\circ}\ 50'$, $P : l = 114^{\circ}\ 5'$, $P : T = 111^{\circ}\ 15'$, $P : M = 85^{\circ}\ 46'$, resp. $94^{\circ}\ 14'$.

So wenig die Unvollkommenheiten seiner zahlreichen Messungen und der Flächenbildungen G. vom Rath einen Schluss auf etwaige Winkeleigenthümlichkeiten dieses Vorkommens gestatteten, so wenig wäre ein solcher Schluss schon aus den vorstehenden Angaben allein berechtigt. Dagegen dürften sich vielleicht aus ihnen im Vereine mit einigen über gewisse Zwillingsbildungen noch mitzutheilenden Beobachtungen die nöthigen Anhaltspunkte ergeben, darüber ein Urtheil auszusprechen. Immerhin erscheint es jedoch erwähnenswerth, dass gerade die vier letzten Winkel, welche sich am genauesten bestimmen liessen, mit den analogen des vesuvischen Minerales eine ziemlich auffallende Aehnlichkeit besitzen.

Die Herstellung der Präparate bot überdies vielfach Gelegenheit, die grosse Mannigfaltigkeit in der Formenentwicklung des Anorthites von Pesmeda näher zu studiren.

Am häufigsten erscheinen die Krystalle langgestreckt nach der Makrodiagonale, wobei namentlich die Flächen P und y stark vorherrschen.

Sind diese beiden Flächen gleich stark ausgebildet, dann stellen die Individuen im Grossen und Ganzen fast rechtwinklige Parallelepipede dar, welche die Längsflächen zur Basis haben und an denen die Prismenflächen T und l und die Pyramidenflächen o und p nur als dreieckige Abstumpfungen jener Ecken auftreten, in denen die erwähnten drei Flächen P, y und M zusammenstossen. Das ungewöhnliche Aussehen solcher Krystalle, das in der That oft gar nicht an Anorthit erinnert, hat G. vom Rath gleichfalls in Wort und Bild bereits hervorgehoben.

Dieselben sind entweder längs einer der beiden die Makrodiagonale enthaltenden Flächen oder, fast noch häufiger, auf einer von den M-flächen aufgewachsen. Dazu kommt noch, dass sich oft

Digitized by Google

eine Anzahl solcher Individuen zu einem ganzen Krystallstock vereinigen, an dem sämmtliche der Makrodiagonale parallele Kanten die gleiche Richtung zu besitzen scheinen. Ob dabei die einzelnen Krystalle genau parallel gestellt sind, oder vielleicht in einer anderen gesetzmässigen Stellung sich befinden, liess sich bei den Unvollkommenheiten ihrer Oberflächen nicht mit Sicherheit ermitteln.

Bei dem Umstande, dass sowohl die Trace der basischen Spaltbarkeit auf *y*, als diejenige nach *M* auf *P* schon oberflächlich meist in Form von Rissen erkennbar ist, welche einerseits der Makrodiagonale, andererseits der Brachydiagonale in der Richtung entsprechen, sollte man glauben, dass wenigstens an diesem häufigsten Typus die Deutung der vorherrschenden Flächen schon auf Grund blosser Betrachtung möglich sei.

Allein selbst hier ist noch grosse Vorsicht nöthig, denn es finden sich bisweilen Krystalle, welche in ihrem Aeusseren den eben beschriebenen vollkommen gleichen, an welchen jedoch, wie die nähere Untersuchung ergibt, eine Längsstreckung parallel der verticalen Kante stattgefunden hat, so dass jetzt die Flächen *M* und *y* gleich stark vorherrschen, während *P* und *M* sozusagen ihre Plätze vertauscht haben.

Ein dritter am Anorthit von Pesmeda ebenfalls ziemlich häufig beobachteter Typus entsteht dadurch, dass das Wachsthum nach der Makrodiagonale und nach der Verticalaxe gleichzeitig stärker fortschreitet als nach der Brachydiagonale, wobei von den Flächen *P*, *M* und *y* nur die letzte vorherrschend entwickelt ist. Das eigenthümliche Aussehen solcher parallel *y* tafelförmiger Krystalle wird noch dadurch erhöht, dass selbstverständlich an ihnen beispielsweise die Combinationskanten *T*/*n* und *T*/*o* [1]) der Flächen *n* bedeutend stärker entwickelt sind als die Kanten zwischen *n* und den beiden Endflächen, während man beim Anorthit gewöhnlich das Gegentheil zu sehen bekommt.

Sonst wurde tafelförmige Ausbildung auch noch parallel der Längsfläche, niemals aber solche parallel der Endfläche beobachtet. Es scheint überhaupt für dieses Anorthitvorkommen charakteristisch zu sein, dass hier die bei den Plagioklasen sonst so häufige Längsstreckung der Kanten nach einer der Brachydiagonale resp. der

[1]) Siehe Z. d. d. geol. Ges. 1875 die Figur S. 393 in der vorhin citirten Arbeit G. vom Raths.

Digitized by Google

Kante *P*/*M* parallelen Richtung zu den grössten Seltenheiten gehört, und ich möchte fast glauben, dass diese Erscheinung mit der Häufigkeit gewisser Zwillingsbildungen im Zusammenhange steht, von denen noch die Rede sein wird.

Mit Rücksicht auf das beim Anorthit vom Vesuv Gesagte lässt sich das Resultat der optischen Untersuchung des Anorthites von Pesmeda in kurzen Worten, wie folgt, zusammenfassen.

1. Paralleles polarisirtes Licht. Die der Kante *P*/*M* zunächst liegende Auslöschungsschiefe besitzt in allen Fällen eine gleiche Orientirung wie im vesuvischen Anorthite. Die Grösse ihres mithin stets negativen Winkels wurde an Schliffen gemessen, welche aus Krystallen des ersten und zweiten Typus möglichst genau parallel zu ihren natürlichen Oberflächen hergestellt waren.

Die auf verschiedenen Präparaten gefundenen Zahlen variiren höchstens innerhalb 2°. Als Mittelwerth zahlreicher Beobachtungen berechnet sich die Auslöschungsschiefe auf *P* danach zu — 37·5°, auf *M* zu — 38·4°.

2. Convergentes polarisirtes Licht. Die Platten parallel *P* und *M* zeigten mitunter, bevor sie dünn geschliffen waren, ganz deutlich dieselben Interferenzbilder, und zwar an derselben Stelle, wie im Anorthit vom Vesuv.

Bisweilen, allerdings selten, lassen sich die gleichen Erscheinungen auch an Spaltblättchen direct beobachten.

Durch die Grösse der Krystalle, welche meist sogar 2 Cm. übersteigt, wenn sie auch 3 Cm. nicht erreicht, schien anfänglich die Erwartung berechtigt, dass es verhältnissmässig leicht gelingen werde, aus ihnen für die Ermittlung der Elastizitätsaxe c und für das Studium der um dieselbe auftretenden Verhältnisse brauchbare Platten zu erhalten. Denn wenn auch das Material im Allgemeinen trüb und undurchsichtig war, so liess sich doch hoffen, dass wenigstens einzelne Stellen, dünner geschliffen, stets die zur Beobachtung der Interferenzerscheinungen nöthige Klarheit besitzen würden.

Allein, abgesehen davon, dass schon die Orientirung dieser Schliffpräparate, welche sämmtlich eine grosse Dünne haben mussten, mit den gleichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, wie die krystallographische Bestimmung der verwendeten Krystalle, stellte es sich sehr bald heraus, dass diese scheinbar einfachen Individuen fast sämmtlich einen so complicirten Zwillingsbau besitzen, dass nur

Digitized by Google

in den seltensten Fällen einheitliche ungestörte Interferenzerscheinungen überhaupt zu Stande kommen können.

Bei näherer Verfolgung der beobachteten Thatsachen verrieth sich insbesondere die Zwillingsbildung nach dem Rath'schen Gesetze in solcher Häufigkeit, dass alle übrigen, selbst diejenigen nach dem Albitgesetz, dagegen völlig in den Hintergrund treten, und in solcher Mannigfaltigkeit, dass die Eigenthümlichkeiten dieses Zwillingsgesetzes hier besser studirt werden konnten, als bei irgend einem der bereits betrachteten Plagioklase.

Wenngleich übrigens aus den angeführten Gründen die wenigsten, und zwar nicht gerade die bestorientirten unter den vielen, über der stumpfen Kante *P*/*M* angefertigten Präparaten eine Beobachtung im convergenten polarisirten Lichte überhaupt gestatteten, so liess sich doch überall, wo dies der Fall war, schon unter dem Nörremberg der positive Charakter der hier austretenden Mittellinie, kurz vollkommene Uebereinstimmung in der Lage der Elasticitätsaxe c mit derjenigen des Anorthites vom Vesuv recht gut nachweisen. Eine Platte endlich, welche bei ungefähr gleicher Neigung zu *P* und *M*, obwohl nicht ganz in der Zone beider gelegen, fast genau senkrecht zur optischen Axenebene ausgefallen ist, während die Mittellinie etwa 5° aus einer zur Trace der Axenebene senkrechten, die Plattennormale in sich enthaltenden Ebene heraustritt, erlaubte sogar die Messung des scheinbaren Axenwinkels.

Derselbe wurde für Glas des Schneider'schen Apparates zu 112·5° mithin nur unbedeutend grösser als im Anorthit vom Vesuv gefunden.

Nach dieser kurzen Darlegung der dem vesuvischen Minerale so analogen optischen Verhältnisse des Anorthites von Pesmeda wird es nöthig sein, bei der Betrachtung der hier auftretenden Zwillingsbildungen insbesondere des Zwillingsgesetzes: Drehungsaxe die Makrodiagonale, etwas länger zu verweilen, schon deshalb, weil das von diesem Vorkommen entworfene Bild sonst keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben dürfte, abgesehen davon, dass die nachstehenden Mittheilungen vielleicht geeignet sind, zum Verständnisse gewisser auf Dünnschliffen der Plagioklase im parallelen polarisirten Lichte möglicherweise zu beobachtenden Erscheinungen etwas beizutragen.

Zunächst muss daran erinnert werden, wovon schon beim Labradorit Erwähnung geschah, dass sich das Vorhandensein des

Digitized by Google

Periklingesetzes meist schon bei der Untersuchung von Spaltungsstücken am Goniometer zu erkennen gibt. Bei den Labradoriten, welche ich untersuchte, trat übrigens diese Zwillingsbildung viel untergeordneter auf.

Gesetzt, es wären zwei Individuen in polysynthetischer Weise nach dem Albitgesetz verwachsen, dann spiegelt bei einer Drehung um die Kante P/M zuerst die gemeinsame Längsfläche M, dann P und P' der beiden Zwillingsindividuen, und zwar in Abständen, welche dem Supplemente (85° 46′) des Spaltwinkels P/M und demjenigen (8° 28′) des Winkels P/P' entsprechen. Sind dagegen zwei Individuen nach dem Periklingesetz ebenfalls in polysynthetischer Weise verwachsen, dann spiegelt bei einer gleichen Drehung um die Kante P/M des einen, etwa des vorherrschenden Individuums, zuerst die M-Fläche des einen, dann die M'-Fläche des zweiten Individuums, schliesslich ihre gemeinsame P-Fläche, und zwar unter ganz ähnlichen Winkelabständen, wie vorhin. Man erhält also auch hier im Ganzen drei Reflexe und es ist bei der Unvollkommenheit der Spaltbarkeit nicht immer leicht, darüber zu entscheiden, welcher von beiden Fällen vorliege.

Denn trotzdem die Spaltbarkeit nach P auch bei diesem Plagioklase im Allgemeinen viel deutlicher ist, als nach M, so erhält man nichtsdestoweniger bei polysynthetischer Ausbildung des Periklingesetzes sehr häufig auf den M-Flächen viel bessere Reflexbilder als auf P, was davon herrühren mag, dass die Ebene des rhombischen Schnittes meist Verwachsungsebene ist und die einzelnen Lamellen beim Anschlagen der basischen Spaltfläche mitunter sich ebenso leicht nach dieser Verwachsungsebene abblättern dürften als nach P. Vielleicht ist die Angabe mancher Forscher, wie Vogelsangs, dass in verwitterten Varietäten des Labradorites die brachydiagonale Spaltbarkeit vollkommener sei als die basische, auf einen ähnlichen Grund zurückzuführen.

Dagegen ist der Umstand, dass bei der zweiten Art Zwillingsbildung die Brachydiagonalen der Basisflächen (mithin auch die Zonenkanten P/M) mit einander einen Winkel von circa 2° 23′ einschliessen, schon eher geeignet, einen Anhaltspunkt für die Unterscheidung beider Fälle zu liefern, weil demzufolge die beobachteten drei Reflexe auch nicht mehr genau in einer und derselben Zone liegen können.

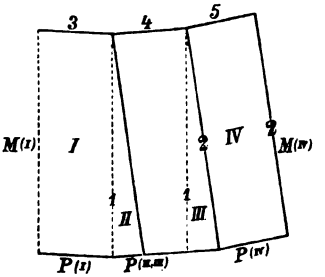
Schliesslich kann man sich darüber noch am frühesten Gewissheit verschaffen, wenn man von jener Fläche, welche zwei Reflex-

Digitized by Google

bilder gibt, ein Blättchen abspaltet; man sieht dann unter dem Mikroskope (unter günstigen Umständen) im Falle des Periklingesetzes zwei unter einem sehr schiefen Winkel sich kreuzende Streifensysteme.

Allein, weit häufiger noch beobachtet man an den Spaltungsstücken des Anorthites von Pesmeda sowohl auf P als auch auf M gleichzeitig mehrere Reflexe bei einer Drehung um die Kante P/M des vorherrschenden Individuums, welche Reflexe zufolge ihres Winkelabstandes Flächen angehören müssen, deren gegenseitige Lage sich nur durch Coexistenz des Periklingesetzes mit dem Gesetze: Drehungsaxe die Normale zu M, erklären lässt. Beistehendes Schema soll nicht allein das eben Gesagte an einem der am häufigsten vorkommenden Fälle illustriren, sondern mir auch die Möglichkeit bieten, einige diesbezügliche Beobachtungen in kurzer und doch verständlicher Weise auszudrücken. Dasselbe stellt einen zur Zonenkante P/M des Hauptindividuums senkrecht geführten Durchschnitt durch eine Zwillingsgruppe dar, in welcher die beiden mittleren Individuen (II und III) nach dem Periklingesetz mit einander verbunden sind, während die beiden äusseren sich zu je einem derselben, nämlich I zu II und IV zu III in Zwillingsstellung nach dem Albitgesetz befinden.

Fig. 2.



Die Längs- und Endflächen der einzelnen Individuen, welche in der Figur durch ihre Tracen mit der Zeichenebene dargestellt sind, geben nacheinander die Reflexe 1, 2, 3, 4, 5. In der Zeichnung ist allerdings keine Rücksicht darauf genommen, dass die Zonenkante I/II derjenigen zwischen III und IV nicht genau parallel geht, sondern damit einen Winkel von 2° 23′ bildet; sie ist vielmehr im Interesse der Uebersichtlichkeit so ausgeführt, als ob der Axenwinkel γ im Anorthit genau 90° wäre, in welchem Falle das vorliegende Zwillingsgesetz mit demjenigen: Zwillingsaxe die in P liegende Normale zur Makrodiagonale, gleichbedeutend wäre.

Es hat dies jedoch auf die nachfolgenden Betrachtungen keinen Einfluss.

Digitized by Google

Der Reflex 1 entspricht der den Individuen I und II gemeinsamen Längsfläche, der Reflex 2 der den Individuen III und IV gemeinsamen Längsfläche, 3 bezieht sich auf die Endfläche des Individuums I, 4 auf die den beiden mittleren Individuen gemeinsame Endfläche, 5 auf die Endfläche des äussersten Individuums IV.

Mit Bezug auf das beistehende Schema und die dazu gegebenen Erläuterungen lassen sich die bei der Messung verschiedener Spaltungsstücke des Anorthites von Pesmeda thatsächlich erhaltenen Resultate etwa in folgender Weise wiedergeben:

Erstes Spaltungsstück; 5 Reflexe nacheinander in den Abständen: $1/2 = 8^0\,15'$, $2/3 = 77^0\,15'$, $3/4 = 8^0\,20'$, $4/5 = 7^0\,55'$.

Zweites Spaltungsstück; 4 Reflexe, welche einander in den Abständen: $1/2 = 8^0\,40'$, $2/3 = 77^0\,35'$, $3/4 = 8^0\,25'$ folgen

Drittes Spaltungsstück; 3 Reflexe in den Abständen:

$$1/2 = 8^0\,35',\ 2/3 = 77^0\,50'.$$

Viertes Spaltungsstück; 4 Reflexe in den Abständen:

$$2/3 = 77^0\,12',\ 3/4 = 8^0\,3' \text{ und } 4/5 = 7^0\,10'.$$

Fünftes Spaltungsstück; 4 Reflexe in den Abständen:

$$1/2 = 8^0\,20',\ 2/4 = 86^0\,30' \text{ und } 4/5 = 7^0\,25'.$$

Es braucht nicht erst erwähnt zu werden, dass obenstehende Messungen in Bezug auf das gegenseitige Verhältniss der einzelnen Flächen nicht vollkommen genau sein können. Als Mittelwerth der Beobachtungen würde für den Abstand $1/2 = 8^0\,27'$, für $2/3 = 77^0\,34'$, $3/4 = 8^0\,16'$, $4/5 = 7^0\,31'$ zu setzen sein.

Bei den ersten vier Spaltungsstücken wird man die oben abgebildete Zwillingsgruppe [1]), allerdings in sehr ungleichförmiger Ausbildung, aber doch als vollständig vorhanden annehmen müssen.

Während nemlich an dem ersten derselben die Spaltflächen sämmtlicher Individuen spiegeln, gibt an dem zweiten die Endfläche des Individuums IV, am dritten die Endfläche des Individuums IV und diejenige des Individuums III keinen Reflex; am vierten endlich spiegeln zwar sämmtliche Endflächen; dagegen tritt das Peri-

[1]) Oder man wird an eine ähnliche Gruppe denken müssen, in welcher das Albitgesetz nur einmal, das Periklingesetz jedoch in zweimaliger Wiederholung auftritt, wobei zwischen den Längsflächen der einzelnen Individuen ein analoges gegenseitiges Verhältniss in ihrer Lage besteht, wie hier zwischen den Endflächen und umgekehrt.

Digitized by Google

klingesetz auf *M* so untergeordnet auf, dass nur die eine Längsfläche einen deutlichen Reflex gibt. Am letzten Spaltungsstücke endlich gestatten die sichtbaren Reflexe blos einen Schluss auf das Vorhandensein der Individuen II, III und IV.

Die nächste Frage, welche beim Studium des Gesetzes: Zwillingsaxe die Makrodiagonale, zu beantworten ist, betrifft die Lage des rhombischen Schnittes, jener Ebene, nach welcher die Individuen am häufigsten verwachsen und nach welcher sich dieses Zwillingsgesetz in polysynthetischer Weise zu wiederholen pflegt. Wenn letzteres der Fall ist, so entsteht dann die schon von G. vom Rath erwähnte Zwillingsstreifung, die man bisweilen, allerdings sehr selten, schon oberflächlich an den Krystallen von Pesmeda auf ihrer Längsfläche wahrnehmen kann, deutlicher jedoch in Spaltblättchen parallel der Längsfläche und am besten an geeigneten Dünnschliffen beobachtet.

Die Ausbildung dieser Streifen ist eine sehr verschiedene. Bisweilen sind in einem Hauptindividuum nur hie und da ziemlich unregelmässig vertheilte Partien eines zweiten Individuums nach dem Periklingesetz eingelagert, so dass sich die Streifung ebenfalls auf diese wenigen Stellen beschränkt, oder es sind die Streifen, welche dem eingelagerten Nebenindividuum angehören, zwar über die ganze Fläche des Hauptindividuums hin gleichmässig verbreitet, dabei aber so schmal und fein, dass sie auf die Oberflächenentwicklung des resultirenden Krystalles keinen Einfluss ausüben können.

In den beiden eben betrachteten Fällen gelingt es leicht, Präparate zu erhalten, welche ziemlich genau der *M*-Fläche des vorherrschenden Individuums parallel angefertigt sind. Ihre Untersuchung ergibt für die Streifen, mithin auch für die Trace des rhombischen Schnittes auf *M* einen gleichsinnigen Verlauf, wie für die kleinere Auslöschungsschiefe des Hauptindividuums. Der Winkel, unter welchem sich die Streifen und die Spaltrisse nach *P* kreuzen, st jedoch bedeutend kleiner als diese Auslöschungsschiefe, und seine Grösse wurde nach dem Mittelwerthe zahlreicher Beobachtungen zu — 17·9° festgestellt.

Nun ist zu bedenken, dass in der Richtung der Zwillingskante, resp. der Streifen auf *M* sich ein feines Kennzeichen für den Axenwinkel γ offenbart (welcher seinerseits wieder zumeist von den Kanten der verticalen Flächen abhängt), indem beispielsweise im Albit, wie

Digitized by Google

G. vom Rath gezeigt hat[1]), eine Veränderung von 12° in der Lage des rhombischen Schnittes schon durch ein Schwanken von 1° 16′ im Winkel γ (resp. von 2° 1′ im Winkel $T:l$) herbeigeführt werden kann. Weil überdies nach den oben mitgetheilten Messungen die Winkel $P:M$, $P:l$, $M:l$ in beiden Anorthitvorkommen (Vesuv und Pesmeda) fast vollkommen übereinzustimmen und constant zu bleiben scheinen, so würde die verhältnissmässig geringe Differenz von 2° in der Lage ihres rhombischen Schnittes darauf hindeuten, dass ihre Axenelemente einander wahrscheinlich sehr nahe kommen und höchstens der Axenwinkel γ im Anorthit von Pesmeda etwas grösser sein mag.

Allein nicht blos die einfachen, sondern auch solche Krystalle, wie die eben betrachteten, in denen das Periklingesetz eigentlich nur andeutungsweise vorhanden ist, gehören beim Anorthite von Pesmeda zu den Seltenheiten. Viel häufiger sind Krystalle, an deren Aufbau beide Zwillingsindividuen in ziemlich gleichem Masse betheiligt sind; es ist dann die polysynthetische Streifung meist so gleichförmig dass von einer Hauptmasse und einer darauf bezüglichen Auslöschungsschiefe nicht mehr die Rede sein kann.

Die Oberfläche solcher Krystalle, sowohl die natürliche, als die durch Abspalten parallel M erzeugte Längsfläche, erscheint ganz uneben und die durch Anschleifen derselben erhaltenen Präparate sind daher bald mehr, bald weniger gegen die gemeinsame Endfläche der beiden Individuen geneigt, als die zugehörigen Längsflächen, und können leicht auch aus der Zone P/M mehr weniger heraustreten. Daher kommt es, dass auf derartigen Schliffen die zwischen Streifung und der Trace der basischen Spaltbarkeit beobachteten Winkel von dem oben gefundenen Werthe etwas abweichen, indem sie dabei zwischen 16° und 19° schwanken.

Da überdies die auf solchen Schliffen beobachteten Hauptschwingungsrichtungen der beiden nach dem Periklingesetze verbundenen Individuen im Allgemeinen einen Winkel miteinander einschliessen oder nicht, je nachdem jedes der beiden Zwillingsindividuen von der Schlifffläche in gleicher oder verschiedener Weise getroffen wird, so wird natürlich auch dieser Winkel auf verschiedenen Schliffen Schwankungen erleiden müssen und die Erfahrung

[1]) In seiner Abhandlung über das Periklingesetz S. 157.

Digitized by Google

lehrt, dass diese Schwankungen schon sehr bedeutend sind, wenn die Schliffe auch nur wenige Grade von einander abweichen.

Die Complication der Verhältnisse, die hierbei eintreten können, lässt sich übrigens schon nach kurzer Ueberlegung aus dem über die optischen Eigenschaften des Anorthites bereits Bekannten voraussehen.

Man erwäge zunächst die verschiedenen Werthe, welche die Auslöschungsschiefe eines einfachen Individuums auf verschiedenen Schnitten der Zone *P*/*M* annehmen muss. Wie bereits erwähnt, beträgt auf einem zur positiven Mittellinie senkrechten Schnitt die Auslöschungsschiefe gegen die Trace von *P* und *M* ungefähr 60°. Auf einem zu dem vorigen senkrechten Zonenschnitte muss, weil nach dem oben Gesagten diese Mittellinie in der Zone liegt und auf der Zonenkante *P*/*M* senkrecht steht, die Auslöschungsschiefe gegen dieselbe Kante gleich Null sein. Hieraus folgt, dass die der Längsfläche entsprechende Auslöschungsschiefe von — 38° bis — 60° wachsen muss, wenn man Zonenschnitte betrachtet, die zwischen *M* und *e* liegen, während sie von — 38° bis Null herabsinken muss, wenn man Zonenschnitte betrachtet, welche zwischen *M* und *n* liegen.

Es entspricht also einer Abweichung des Schliffpräparates von der Längsfläche um 43° gegen die stumpfe Kante hin eine Zunahme der Auslöschungsschiefe um 22°, einer Abweichung des Präparates um 47° nach der scharfen Kante hin eine nahezu doppelt so grosse Abnahme derselben um 38°. Unter der für die angestrebte blosse Annäherung gewiss zulässigen Annahme, dass dieses Wachsen und Sinken gleichförmig erfolgt, müsste sich bei einer Abweichung um einen Grad im ersten Falle die Auslöschungsschiefe um einen halben Grad vergrössern, im zweiten Falle ungefähr um einen ganzen Grad vermindern.

Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet lässt sich der Winkel, den die Auslöschungsrichtungen zweier Zwillingsindividuen des Periklingesetzes mit einander einschliessen, für Schliffe, welche gegen das eine Individuum, welches ich als Hauptindividuum bezeichnen will, eine bestimmte Lage haben, gleichsam im Voraus berechnen.

a) Ein Schliff parallel der Längsfläche des Hauptindividuums (*A*) ist gleichzeitig unter einem Winkel von mehr als 8° gegen die Fläche *n* des Nebenindividuums (*B*) hin geneigt, so dass nach dem eben Gesagten die Auslöschungsschiefe von $A = -38°$, diejenige

Digitized by Google

von $B = -38^0 - (-8^0) = -30^0$, die Differenz beider $d = 8^0$ betragen sollte.

Eines meiner Präparate, welches fast genau diese Lage hatte, ergab dafür die Zahlen $A = -37{\cdot}2^0$, $B = -28{\cdot}6^0$, $d = 8{\cdot}6^0$, welche in höchst befriedigender Weise mit den soeben berechneten übereinstimmen, besonders wenn man bedenkt, dass die oben gemachten Voraussetzungen nur bis zu einem gewissen Grade den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, und dass dabei überdies zwei Umstände unberücksichtigt geblieben sind, erstens, dass der untersuchte Schliff niemals gleichzeitig vollkommen genau in der Zone *P*/*M* beider Individuen liegen könne und zweitens, dass ja die Auslöschungschiefe auf *M* möglicherweise, wenn auch nur geringen, Schwankungen unterliegt.

b) In Schliffen, welche um 1° gegen die Fläche *e* des Hauptindividuums hin abweichen, sollte man unter den gemachten Voraussetzungen $A = -38{\cdot}5^0$, $B = -29^0$, $d = 9{\cdot}5^0$ erwarten. Ein ähnliches Präparat ergab $A = -38{\cdot}1^0$, $B = -27{\cdot}5^0$, also $d = 10{\cdot}6^0$.

c) In Schliffen, welche um 1° gegen die Fläche *n* des Hauptindividuums hin von der Längsfläche desselben abweichen, berechnet sich in der angegebenen Weise *A* zu $-37{\cdot}5^0$, *B* zu -31^0, daraus $d = 6{\cdot}5^0$.

Dem entsprechend fand ich an einem Präparat, welches der Messung am Goniometer zufolge eine ähnliche Lage hatte, für $A = -38{\cdot}1^0$, für $B = -31^0$, für *d* also $7{\cdot}1^0$.

d) In Schliffen, welche um etwa 4° von der Längsfläche des Hauptindividuums gegen die Fläche *n* desselben hin abweichen, welche demnach auf der beiden Individuen gemeinschaftlichen Endfläche senkrecht stehen, wird nach dem Vorigen die Auslöschungsschiefe beider Lamellensysteme gegen die Trace der basischen Spaltbarkeit voraussichtlich gleich und zwar etwa 4° kleiner sein als in Schliffen parallel der Längsfläche eines jeden, sonach $A = B = -34^0$ und $d = 0$. Diesem Falle nähert sich ein Präparat, in welchem die beiden sehr gleichförmig entwickelten Individuen unter einem Winkel von $A = -33{\cdot}4^0$ und $B = -36^0$ auslöschen, weshalb *d* blos $2{\cdot}6^0$ beträgt.

Die bisherigen Betrachtungen gelten blos für den verhältnissmässig einfachen Fall, wo nur Zwillingsbildung nach dem Periklin-

Digitized by Google

gesetz allein vorliegt. Anders, und zwar viel complicirter gestalten sich die Verhältnisse, wenn damit eine Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz verbunden ist.

Vor Allem wird schon die richtige Bestimmung der Auslöschungsschiefe der Hauptmasse sowohl wie der Streifen bedeutend erschwert, ja bisweilen geradezu unmöglich, weil optisch verschieden orientirte Partien über einander zu liegen kommen, sobald der Schliff nicht vollständig parallel zu den *M*-Flächen der Zwillingsindividuen des Albitgesetzes ausgeführt ist, weshalb auch die Auslöschung sehr undulös erscheint.

Sodann ist hervorzuheben, dass sich die beiden Zwillingsbildungen, wenn gleichzeitig vorhanden, mit Vorliebe mehrmals wiederholen und dass dadurch ähnliche Krystallgruppen entstehen, wie diejenige, welche durch das oben stehende Schema versinnlicht wird. Wenn aber derart verzwillingte Partien eines polysynthetischen Krystalles sich durchkreuzen und durch einander fortwachsen, so kann es geschehen, dass schliesslich auf der Längsfläche des Individuums I, Fig. 2, S. 224 eine Streifung an die Oberfläche tritt, die dem Individuum IV angehört, welches sich zu I direct nicht mehr in gesetzmässiger Stellung befindet.

Nur auf diese und ähnliche Weise finden einige Beobachtungen ihre Erklärung, welche an Dünnschliffen solcher Spaltungsstücke gemacht wurden, deren Spaltflächen *P* und *M* bei der zuvor angestellten Messung am Goniometer mehrere Reflexe gaben.

Man denke sich eine Krystallgruppe, bestehend aus zwei nach dem Albitgesetz [1]) verbundenen Individuen II und III als Kern; in jedem derselben seinem rhombischen Schnitte parallele, polysynthetische Lamellen eingelagert, die zwei weiteren nach dem Periklingesetz mit ihnen verwachsenen Individuen I und IV angehören. Es seien ferner die Individuen II und III nur sehr untergeordnet entwickelt, während I und IV stark vorherrschen.

Ein Schliff parallel der Längsfläche des Individuums I wird das Individuum IV unter einem Winkel von $2 \times 8^{\circ}\ 20'$, das ist fast 17° treffen, und zwar um denselben Betrag gegen die Fläche *n* des letzteren hin geneigt sein, was eine Abnahme der Auslöschungsschiefe des Individuums IV gegen die gemeinsame Kante

[1]) Umgekehrt wie in Fig 2, S. 224.

Digitized by Google

P/M und mithin eine Differenz der Auslöschungsschiefen der beiden im Schliffe deutlich vertretenen Individuen (I und IV) um ebenso viel Grade bedeutet; die vom Individuum IV herrührende Streifung wird überdies, wie man sich leicht überzeugt, in ihrer Richtung gegen die Kante P/M von der Richtung des rhombischen Schnittes des Individuums I auf M wenig verschieden sein.

Ein Beispiel für den eben betrachteten Fall liefert ein Präparat, in welchem $A = -37{\cdot}5^{\circ}$, $B = -19{\cdot}6^{\circ}$, demnach $d = 17{\cdot}9^{\circ}$ gefunden wurde.

Würde zu dem Individuum IV der besprochenen Krystallgruppe noch ein Individuum V nach dem Albitgesetz, zu diesem ein weiteres VI nach dem Periklingesetz hinzutreten, und wäre an irgend einer Stelle blos I und VI, das Anfangs- und Endglied der Gruppe sehr vorherrschend ausgebildet, dann würde in einem Schliffe parallel M des Individuums I, aus ähnlichen Gründen wie vorhin, für die Differenz der den beiden Individuen angehörigen Auslöschungsschiefen $d = 25^{\circ}$ zu erwarten sein. Ein ähnlicher Fall scheint durch ein weiteres Präparat vertreten zu sein, auf welchem $A = -40{\cdot}7^{\circ}$, $B = -15{\cdot}1^{\circ}$, $d = 25{\cdot}6$ beträgt. In einem letzten Präparate endlich mit stark undulöser Auslöschung fand ich $A = -42{\cdot}2^{\circ}$, $B = -17{\cdot}2^{\circ}$, $d = 24{\cdot}5^{\circ}$.

Die beiden letztgenannten Schliffe sind verhältnissmässig am schlechtesten orientirt, namentlich auch was ihre Lage in der Zone P/M betrifft. Jedenfalls sind in den vorausgeschickten Betrachtungen genügende Anhaltspunkte geboten, auch die auf ähnlichen Schliffen auftretenden Verhältnisse in befriedigender Weise zu erklären, sobald die genaue Lage dieser Schliffe gegen eines der Individuen der polysynthetischen Doppelzwillinge bekannt ist, denen sie offenbar entnommen sind.

Das häufige Vorherrschen der Fläche y ermöglichte das Studium des Periklingesetzes auch auf einer Fläche, welche die Zwillingsaxe, d. i. die Makrodiagonale in sich enthält. In Dünnschliffen parallel y fällt natürlich die Makrodiagonale als Zonenkante P/y mit der Trace der basischen Spaltbarkeit zusammen, woraus folgt, dass die beiden nach dem Periklingesetz verbundenen Individuen genau symmetrisch zu diesen Spaltrissen auslöschen müssen. Dies wurde auch wiederholt beobachtet und für jene Auslöschungsschiefe, welche im orientirt gestellten, von vorne betrachteten

Digitized by Google

Hauptindividuum von links oben nach rechts unten verläuft, die Neigung derselben gegen die Makrodiagonale zu 49·8° im einen, und 49·2° im andern Individuum an der bestorientirten Platte festgestellt.

Die kleine Differenz zwischen den gefundenen Winkeln dürfte hier hauptsächlich von Beobachtungsfehlern herrühren, die wieder in der Unvollkommenheit der Auslöschung des nicht mehr ganz frischen Materiales ihren Grund haben. Die Zwillingslamellen, in denen die polysynthetische Ausbildung des in Rede stehenden Zwillingsgesetzes zum Ausdruck kommt, erscheinen auf *y* in der Regel in Form querverlaufender Streifen von wechselnder Breite. Wenn man den Verlauf der Streifung auf *y* mit demjenigen auf *M* combinirt, und durch beide Richtungen zugleich eine Ebene sich gelegt denkt, so erhält man in der That die Ebene des rhombischen Schnittes im Anorthit von Pesmeda.

Dünnschliffe parallel *y* gestatten ferner Beobachtungen über den verschiedenen Antheil, den die beiden Zwillingsindividuen an dem Aufbaue eines polysynthetischen Gebildes nehmen können und liefern so eine Ergänzung für die bei Betrachtung von Schliffen parallel *M* gemachten Erfahrungen.

Wenn dieser Antheil ein gleicher ist, so können hauptsächlich zwei Fälle eintreten; in dem einen kann man nach den vorherrschenden Lamellen eine rechte und eine linke Hälfte unterscheiden, wobei es jedoch in der Mitte zu keiner besonders regelmässigen Grenze zu kommen braucht, indem die Lamellen der einen und anderen Hälfte vielfach in einandergreifen und sich sozusagen gegenseitig auskeilen können; die Ränder des Präparates, welche dem Durchschnitte der natürlichen Oberfläche des angeschliffenen Krystalles entsprechen, gehen einander nicht parallel, indem der Rand rechts von dem rechten, der Rand links von dem linken Hauptindividuum gebildet wird.

Im anderen Falle sind die Lamellen in der Weise ausgebildet, dass sie zwar stets die ganze Breite des Präparates gleichmässig durchziehen, dabei aber in den übereinander liegenden Schichten abwechselnd vorherrschen, so dass im Grossen und Ganzen querverlaufende, ziemlich breite Bänder entstehen, welche eine verschiedene optische Orientirung zeigen, je nachdem sie dem einen oder andern Individuum hauptsächlich angehören. Sodann ist der Einfluss, welchen die jedesmal vorherrschenden Lamellen auf die Oberflächenentwicklung des resultirenden Krystalles nehmen, unverkennbar, indem die Trace seiner

Digitized by Google

natürlichen Längsfläche im Präparate sich als eine gebrochene Linie darstellt (entsprechend M und $\overline{M}$ der Zwillingsindividuen), deren Theile der Messung zufolge einen Winkel von ungefähr 7·5° mit einander einschliessen. Bei Coëxistenz des Albitgesetzes mit dem Periklingesetz entsteht stellenweise die bekannte gitterförmige Structur, wobei die von dem ersten Gesetz herrührende Streifung innerhalb der abwechselnden Schichten ihre eigene Richtung, parallel den Spaltrissen M des jedesmaligen Hauptindividuums verfolgt.

In Schliffen parallel der gemeinsamen Endfläche der Zwillingsindividuen nach dem Periklingesetz kommt die Streifung, welche von der polysynthetischen Ausbildung nach der Ebene des rhombischen Schnittes herrührt, am undeutlichsten zum Ausdruck, nur bisweilen, in günstigen Fällen bemerkt man querverlaufende Streifen mit verwachsenen Rändern, welche der Makrodiagonale parallel gehen und keine ordentliche Auslöschung geben.

Allein den gemachten Erfahrungen zufolge scheinen ausser der Ebene des rhombischen Schnittes noch andere Ebenen der Zone P/y als Verwachsungsebenen auftreten zu können. So lässt sich in Schliffen parallel M mitunter eine Hälfte A und B unterscheiden, deren gebrochene Grenzlinie bald der Trace von y parallel geht, bald zur Trace der Fläche P senkrecht steht, woraus zu schliessen ist, dass unter Umständen die Berührung nach einer zu y parallelen oder nach einer durch die Makrodiagonale gehenden und zu P senkrechten Ebene erfolgt. Man ersieht nemlich daraus, dass eine dem rhombischen Schnitte parallele, feine Streifung stellenweise aus A kommend in das Gebiet von B übergreift und umgekehrt, sowie aus dem Verhalten im parallelen polarisirten Lichte, dass man es auch hier mit zwei nach dem Periklingesetz verbundenen Individuen zu thun hat.

Dass auch P, welches ja ebenfalls der Zone P/y angehört, bisweilen als Verwachsungsebene fungiren kann, ist hinlänglich bekannt. Unter allen diesen durch die Zwillingsaxe gehenden Ebenen scheint jedoch blos die Ebene des rhombischen Schnittes zu einer polysynthetischen Ausbildung Anlass zu geben.

Endlich verwachsen die Individuen des in Rede stehenden Zwillingsgesetzes nicht gar selten nach der Zwillingsebene selbst.

Dabei macht sich wieder ein Unterschied geltend, je nachdem das Periklingesetz polysynthetisch entwickelt ist oder nicht. Im

Digitized by Google

ersten Falle tritt die Zwillingsebene nur untergeordnet als Begrenzungsfläche, und zwar an jenen Stellen auf, wo die von der Seite kommenden Zwillingslamellen in der Mitte zusammenstossen, was namentlich in Schliffen parallel *y* deutlich zu sehen ist. Im zweiten Falle jedoch, wo zwei einfache Individuen nach der Zwillingsebene des Periklingesetzes verwachsen, werden die Krystalle dadurch gerade so in zwei Hälften (eine rechte und eine linke) getheilt, wie die Zwillingskrystalle des Albitgesetzes. In Schliffen parallel der gemeinsamen Endfläche vollzieht sich die Auslöschung in beiden Hälften genau symmetrisch zur Grenzlinie und nur die Spaltrisse nach *M* haben eine um ca. $2^1/_2{}^0$ verschiedene Richtung, je nachdem sie dem einen oder dem anderen Individuum angehören, weshalb auch die Auslöschungsschiefen der beiden Hälften ungleiche Werthe erhalten, wenn man sie auf die einen oder die andern von den Spaltrissen bezieht. So fand ich 38·5° in der einen und 37° in der anderen Hälfte, wobei der Schliff vielleicht 1° von der wahren Endfläche abweicht.

Endlich lehrt die Erfahrung, dass unter Umständen sämmtliche der angeführten Ebenen in einem und demselben Krystalle als Verwachsungsebenen auftreten können, wenn nemlich in Folge der Coëxistenz mehrerer Zwillingsgesetze die einzelnen Theile dieses polysynthetischen Krystalles auf allen Seiten an andere benachbarte Theilchen von abweichender krystallographischer Orientirung angrenzen.

Aus dem Umstande, dass die Zwillingskrystalle des Periklingesetzes in der Regel einen polysynthetischen Aufbau besitzen, wird es ferner leicht erklärlich, warum die beiden Individuen, aus deren Verbindung dieselben hervorgegangen sind, nur äusserst selten schon äusserlich als solche erkennbar sind. Nur wenn eines der Individuen sehr stark vorherrscht und plötzlich ein Wechsel eintritt, indem das zweite Individuum die Rolle des Hauptindividuums übernimmt, dann erscheinen an dieser Stelle gewisse Grenzlinien, die bald unregelmässig verlaufen, bald den Tracen der verschiedenen möglichen Verwachsungsebenen entsprechen und die man schon auf der Oberfläche der natürlichen Krystalle bisweilen beobachtet, wo sie entweder den Krystall in ungleiche Hälften zu theilen oder unregelmässige Partien aus demselben herauszuschneiden scheinen.

Digitized by Google

Es fehlt nicht an Anzeichen, dass ausser dem Albitgesetz und dem Periklingesetz auch die übrigen vom Anorthite der Somma her bekannten Zwillingsbildungen am Anorthite von Pesmeda vertreten sind; doch hatte ich keine Gelegenheit, darüber eingehendere Studien zu machen.

Das im Vorstehenden von dem optischen Verhalten der Anorthite vom Vesuv und von Pesmeda entworfene Bild wird zur Genüge bewiesen haben, dass sich dasselbe von dem Verhalten der übrigen Plagioklase in nichts wesentlich unterscheidet, und dass auch die Schwankungen in der optischen Orientirung an verschiedenen Stücken desselben Fundortes kaum grösser sind, als bei irgend einem der übrigen Kalknatronfeldspathe. Nur hat es sich gezeigt, dass schon eine geringe Abweichung des Schliffpräparates von *P* und von *M* unter Umständen eine nicht unbedeutende Veränderung in der Grösse der Auslöschungsschiefe gegen *P*/*M* hervorzubringen im Stande ist, und dass im Falle von Zwillingsbildung die Differenzen zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingsindividuen dadurch mitunter sehr gross werden können. Theils hierin, theils in den über die Mannigfaltigkeit der Zwillingsbildungen, namentlich über die Coëxistenz mehrerer Zwillingsgesetze und die möglicherweise dadurch entstehenden Zwillingsgruppen beim Anorthit von Pesmeda und schon früher bei den Labradoriten gemachten Bemerkungen dürften wohl die enormen Schwankungen der Auslöschungsschiefen zwischen 20° und 42° ihre Erklärung finden, welche Des Cloizeaux auf Schliffen möglichst senkrecht zur Längsfläche *M* und nahe *P* von Krystallen des Anorthites der Somma, mit polysynthetischer Zwillingsbildung parallel *M*, bei sehr ungleicher Breite der beiden Lamellensysteme zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze beobachtet hat.

Gleiches gilt von den bedeutenden Schwankungen zwischen 33° 7′ und 46° 40′ der von ihm auf Schliffen parallel *M* beobachteten Auslöschungschiefen.

Die sonst noch auf der Endfläche des Anorthites vom Vesuv von Des Cloizeaux für die Auslöschungsschiefe der Zwillingslamellen gefundenen Werthe zeigen viel geringere Verschiedenheiten, wie 38° 41′, 30° 7′ einerseits und 33° 24′, 35° 55′ andererseits, welche Verschiedenheiten vielleicht lediglich in der verschiedenen Lage der Schliffpräparate begründet sind. Auf der Längsfläche wurden als Mittelwerthe 37° 51′, 40° 29′, 41° 54′

Digitized by Google

angegeben, welche sämmtlich den oben mitgetheilten ziemlich nahe kommen.

Ausser dem Anorthite vom Vesuv hat Des Cloizeaux noch den Anorthit von Höjden in Schweden, sowie Krystalle von Bjerna in Finnland, welche ihm als Labradorit von Nordenskiöld geschickt worden waren, im parallelen polarisirten Lichte untersucht und die Auslöschungsschiefe auf Schliffen parallel *P* und *M* für ersteren zu 32° 10′ bis 35° 40′ und 35° 22′ bis 38° 57′ (*P*), 32° 40′ (*M*), für den zweiten zu 26° 50′ und 30° 59′, 32° 10′ und 27° 59′, 34° 43′ und 28° 20′ (*P*), 27° 15′ bis 35° 49′ (*M*) bestimmt. Von den übrigen Beobachtungen Des Cloizeaux's erscheint noch besonders erwähnenswerth, dass derselbe auf der Längsfläche sowohl des Anorthites von Höjden, als des Anorthites von Bjerna Einlagerungen von Zwillingslamellen des Gesetzes: Zwillingsaxe die Makrodiagonale bemerkt hat, welche seiner Angabe zufolge in beiden Plagioklasen im Sinne der Auslöschungsschiefe jedoch unter einem Winkel gegen die Kante *P*/*M* geneigt sind, welcher in ersterem 18° 48′, in letzterem 13° 33′, also ebenso viel beträgt, wie in dem gleichfalls hierher gehörigen Esmarkit von Bamle.

In den beiden Anorthiten endlich von Rådmanson (bei Stockholm), sowie aus dem Eukrit von Hammerfest (Hyperit Nordenskiöld's), scheinen Vertreter der Mischungen $Ab_1\ An_2$ und $Ab_1\ An_3$ sowie ähnlicher Mischungen vorzuliegen, wie aus den von Des Cloizeaux im Anhange seines „Mémoire sur le microcline" gleichfalls mitgetheilten Analysen von Oeberg (Rådmanson) und Pisani (Hammerfest) hervorgeht. In Uebereinstimmung damit sind auch die von Des Cloizeaux für die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* gefundenen Werthe im Allgemeinen kleiner als bei den eigentlichen Anorthiten.

IV.

Uebersicht der Resultate.

Bei der soeben gegebenen Darstellung der Beobachtungen, welche sich auf die optische Orientirung der Plagioklase beziehen, wurde hauptsächlich ein doppelter Zweck verfolgt. Zunächst sollten die optischen Eigenthümlichkeiten, welche für die einzelnen Gruppen

Digitized by Google

von Plagioklasen charakteristisch sind, möglichst deutlich hervorgehoben werden, sodann aber sollten die in der Beschaffenheit und Ausbildung des Materiales begründeten Schwierigkeiten und die sich hieraus ergebenden Fehlerquellen dargethan und daraus die Grenze der Genauigkeit, bis zu welcher die optische Untersuchung einer jeden dieser Gruppen gegenwärtig durchführbar ist, ermittelt werden. Vergleichsweise wurden auch die wichtigsten der von Des Cloizeaux gelieferten Daten an geeigneter Stelle eingefügt und bezüglich ihrer grösseren oder geringeren Uebereinstimmung mit den eigenen besprochen.

Gestützt auf die vorausgeschickten Mittheilungen und Erörterungen will ich es im Folgenden versuchen, nicht nur sämmtliche über das optische Verhalten der Plagioklase bisher bekannten Thatsachen in einem übersichtlichen Gesammtbilde der ganzen Reihe der Kalknatronfeldspathe zu vereinigen, sondern gleichzeitig die Frage zu beantworten, welche Consequenzen sowohl theoretischer Art, was namentlich die Tschermak'sche Theorie betrifft, als praktischer Art, was namentlich die Unterscheidung und Bestimmung der einzelnen triklinen Feldspathe auf optischem Wege betrifft, sich insbesondere aus meinen eigenen Untersuchungen ergeben.

Das wichtigste Resultat derselben, welches alle weiteren Folgerungen in sich schliesst, lässt sich in jenem allgemeinen Satze ausdrücken, den ich schon vor einem Jahre[1]) ausgesprochen habe, dass nemlich die Kalknatronfeldspathe auch in optischer Beziehung eine analoge Reihe bilden, wie nach allen ihren übrigen Eigenschaften, und dass jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Grenzglieder auch ein bestimmtes optisches Verhalten zu entsprechen scheint, welches demgemäss bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert.

Der spezielle Nachweis dieses Satzes, dessen Berechtigung im Allgemeinen schon daraus hervorgeht, dass wir auf dem oben eingeschlagenen Wege, da wir vom Albit beginnend zum Anorthit fortschritten, bei der vergleichenden Betrachtung des optischen Verhaltens der Albit-Anorthitreihe an keinem Punkte derselben zu

---

[1]) Separat-Abdruck aus d. LXXX. Bande d. Sitzungsber. d. k. Akad. der Wiss. I. Abth. Juli-Heft 1879, S. 2.

Digitized by Google

einem Widerspruch gelangten, wird unsere nächste Aufgabe sein. Zuvor sei es gestattet, die gegenseitigen Beziehungen, welche zwischen den chemischen, physikalischen und krystallographischen Eigenschaften der Plagioklase bestehen, in Kurzem nebeneinanderzustellen.

Dass sämmtliche in der Natur vorkommenden Kalknatronfeldspathe gemäss ihrer chemischen Constitution eine geschlossene Reihe bilden, deren Anfangsglied, der reine Natronfeldspath, mit dem Endgliede der Reihe, dem reinen Kalkfeldspathe, durch eine sehr grosse Zahl von Zwischengliedern, die eigentlichen Plagioklase, verbunden ist, ist eine durch jede vertrauenswürdige Analyse von Neuem bestätigte Thatsache, welche heutzutage wohl von Niemandem mehr bezweifelt werden kann, selbst nicht von jenen Forschern, welche die von Tschermak zur Erklärung dieser Thatsache aufgestellte Theorie nicht gelten lassen wollen, dass die Plagioklase das Resultat isomorpher Mischungen seien. Aehnlich verhält es sich auch mit dem Eigengewichte der Feldspathe, wie Tschermak ebenfalls nachgewiesen hat.

Seit G. vom Rath's eingehenden diesbezüglichen Studien, deren bereits in der historischen Uebersicht der vorliegenden Arbeit Erwähnung geschah, ist es ferner in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch die Krystallform der Zwischenglieder in entsprechender Weise wie die chemische Zusammensetzung die Mitte halte zwischen Albit und Anorthit. Die beiden letzteren Feldspathe zeigen nemlich, wie G. vom Rath bei dieser Gelegenheit hervorhebt, trotz ihrer grossen Formähnlichkeit doch einen wesentlichen Unterschied in den Axenelementen, indem bei gleicher Lage der stumpfen Kante *P/M* zur Rechten des Beschauers und bei gleicher Neigung der Endfläche nach vorne abwärts, im vorderen rechten Quadranten der Winkel (γ) der Längs- und Queraxe beim Albit kleiner (87° 51′), beim Anorthit dagegen grösser als ein Rechter (91° 12′) ist. Da nun die Lage des rhombischen Schnittes, jener eigenthümlichen Verwachsungsebene der Zwillingsindividuen des Periklingesetzes mit der Grösse dieses Axenwinkels in der Weise zusammenhängt, dass der rhombische Schnitt mit der Endfläche selbst zusammenfällt, wenn γ einem Rechten gleich wird, so ist uns in der Beobachtung des Verlaufes der Zwillingskanten der periklinähnlichen Zwillinge auf der Längsfläche, respective in der Messung des Winkels, den

Digitized by Google

die Trace des rhombischen Schnittes auf der Längsfläche mit der Kante *P/M* einschliesst, ein Mittel an die Hand gegeben, die geringsten Aenderungen in der Grösse dieses Axenwinkels mit verhältnissmässiger Leichtigkeit nachzuweisen und durch die ganze Plagioklasreihe hindurch zu verfolgen. Die schon an und für sich höchst interessante Thatsache, dass eine Ebene, wie der rhombische Schnitt, die gar keine krystallonomische Bedeutung hat, als Berührungsfläche auftreten kann, gewinnt noch an Bedeutung durch den weiteren Umstand, dass diese Verwachsung nicht etwa vereinzelt und stellenweise stattfindet, sondern dass vielmehr polysynthetische Ausbildung des Periklingesetzes parallel dieser Ebene sehr häufig zu beobachten ist, Verhältnisse, wie sie namentlich beim Anorthite von Pesmeda ausführlich besprochen wurden.

Durch das Studium der auf solche Weise entstehenden Zwillingsstreifung auf der Längsfläche, war es mir möglich, die Lage des rhombischen Schnittes an mehreren Plagioklasen zu ermitteln, von denen dieselbe bisher noch nicht bekannt war, wie gleichfalls oben gezeigt wurde. Nach dem Vorgange und Beispiele G. vom Rath's haben auch noch einige andere Forscher, wie Des Cloizeaux und Wiik[1]) auf diese Verhältnisse ihr Augenmerk gerichtet gelegentlich der Untersuchung gewisser Plagioklase auf der Längsfläche. Die sämmtlichen auf vorliegenden Gegenstand bezüglichen Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Die zweite Columne dieser Tabelle enthält den Winkel (σ), welchen die schliesslich beigefügten Autoren an den in der dritten Columne aufgeführten Plagioklasen zwischen der Trace des rhombischen Schnittes und der Kante *P/M* auf der Längsfläche gefunden haben. Das positive Zeichen des Winkels hat dieselbe Bedeutung wie für die Angaben, welche sich auf die Auslöschungsschiefe beziehen, nemlich einen gleichsinnigen Verlauf der betreffenden Zwillingskante auf *M* mit der Trace der Fläche *x* gegen die Kante zwischen End- und Längsfläche, während mit dem negativen Zeichen natürlich der entgegengesetzte Verlauf angedeutet ist. In der ersten Columne sind die Hauptgruppen der Feldspathe angegeben, denen die nebenstehenden untersuchten Vorkommnisse nach ihrer chemischen Zusammensetzung angehören.

[1]) l. c. in seinen Mittheilungen über finnische Mineralien. Siehe den Auszug dieser Arbeit in Groth's Zeitschr. f. Krystallographie 1878, II. Bd., S. 498.

Digitized by Google

Albit . . .	+ 22°	Schmirn (ber. a. d. Axenel.), Kragerö	G. vom Rath
		Hyposklerit Arendal	G. vom Rath
	+ 20°	Somero	Wiik
	+ 18°	Periklinalbit von Pfunders . .	G. vom Rath
Oligoklasalbit	+ 9° bis + 7°	Sillböle	Wiik
Oligoklas . .	+ 5 bis + 5°20′	Bamle und Arendal	Des Cloizeaux
	+ 5° bis + 4°	Kimito	Wiik
	+ 6° 42′ bis + 3° 22′	Vestre Kjörrestad . . . . . (ähnlich Tvedestrand)	Brögger u. Reusch Schuster
	+ 4°	Vestre Kjörrestad	G. vom Rath
	nahe 0°	Antisana, Niedermendig, Oligoklas und Andesin v. Vesuv	G. vom Rath
Andesin . .	+ 1°	St. Raphael Dep. du Var . .	Schuster
	0	Stansvik	Wiik
Labradorit .	— 2° 1′	Ojamo (ähnlich Labrador) . .	Schuster
	— 1° bis — 2°	Labradorit Lojo	Wiik
Bytownit . .	— 8° 48′	Näroëdal	Schuster
	— 10°	Vischegrad	G. vom Rath
	— 13° 33′	Bjerna	Des Cloizeaux
	— 14°	Esmarkit von Bamle	Des Cloizeaux
Anorthit . .	-14° bis — 15°	Lepolith Lojo	Wiik
	— 16° 2′	Vesuv	G. vom Rath
	— 17° 54′	Pesmeda	Schuster
	— 18° 48′	Höjden	Des Cloizeaux.

Digitized by Google

Aus der Tabelle wird sofort ersichtlich, dass der rhombische Schnitt bei der oben gewählten Aufstellung der Krystalle in den zwischen Albit und Andesin liegenden Mischungsgliedern einem hinteren Hemidoma ($\bar{h}$ 0 l), in den zwischen Labradorit und Anorthit liegenden Mischungen hingegen einem vorderen Hemidoma (h 0 l) in seiner Lage entspricht. Mit Rücksicht auf das vorhin Gesagte lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass in den erstgenannten Plagioklasvarietäten der Axenwinkel γ kleiner, in den letzteren grösser als 90° sei, und dass die Abweichungen desselben vom Rechten in den dem Albit und Anorthit nahestehenden Mischungen am grössten seien, dagegen immer kleiner werden, je mehr man sich der Mitte der Reihe nähert.

Man bemerkt, dass diese Abnahme nicht gleichförmig, sondern anfangs rascher, später langsamer erfolgt, so dass es fast den Anschein gewinnt, als ob bei der Mischung von ungefähr gleichen Mengen Albit- und Anorthitsubstanz thatsächlich eine Art constanter Mittelform zu Stande käme. Wenn der Winkel des rhombischen Schnittes mit der Endfläche ein sehr geringer ist, dann lässt sich sein Werth nur unter besonders günstigen Umständen genau bestimmen.

Ob es solche Plagioklase gebe, bei denen die Längs- und Queraxen genau senkrecht aufeinander stehen, kann ich aus eigener Erfahrung nicht entscheiden. Doch drängen die am Andesin von St. Raphael und am Labradorit von Ojamo (im Einklange mit Wiik) gemachten Beobachtungen mich zur Vermuthung, dass dieser Fall, wenn überhaupt, so in den zwischen Ab_3 An_2 und Ab_1 An_1 stehenden Mischungen eintreten müsse, nachdem sich im ersteren mit Sicherheit ein von Null zwar wenig verschiedener aber positiver, im zweiten ein entschieden negativer Werth des Winkels σ nachweisen liess. Auch G. vom Rath hat l. c. die Ansicht ausgesprochen, dass der Parallelismus der Trace des rhombischen Schnittes mit der Kante P/M für die Andesine die charakteristische Mittelrichtung sei.

Man wird zugeben müssen, dass auch in den eben behandelten krystallographischen Verhältnissen der Albit-Anorthitreihe eine hohe Gesetzmässigkeit sich ausspricht, welche in der Tschermak'schen Theorie ihre naturgemässeste Erklärung findet.

Die Frage endlich, wie sich die Plagioklase in optischer Hinsicht gegen einander verhalten, würde jedenfalls nicht schwer zu beantworten sein, wenn uns die optischen Constanten sämmtlicher

Digitized by Google

triklinen Feldspathe vollständig bekannt wären. Leider ist dies nicht der Fall.

Was insbesondere die Grösse der Doppelbrechung, nemlich die relative und absolute Grösse der Hauptbrechungsquotienten anbelangt, so sind unsere Kenntnisse darüber noch zu lückenhaft, um zur Grundlage irgend eines Vergleiches dienen zu können. Wohl hat Des Cloizeaux bereits 1862 in seinem „Manuel de Minéralogie", pag. 322, an zwei senkrecht zu beiden Mittellinien aus einem Albitkrystall von Tirol geschnittenen Lamellen den scheinbaren spitzen Axenwinkel in Oel $2Ha = 83° 5'$ (roth) und den stumpfen $2Ho = 108° 55'$ (roth) gemessen und hieraus und aus dem Brechungsquotienten des Oeles ($n_r = 1{\cdot}465$) den wahren $2V_r = 78° 20'$ und den scheinbaren Axenwinkel in Luf $2E_r = 152° 22'$ berechnet, woraus sich $\beta_r = 1{\cdot}531$ ergibt. In gleicher Weise liesse sich auch der mittlere Brechungsindex für ein chemisch ziemlich gut charakterisirtes Mittelglied, nemlich den Oligoklas von Tvedestrand aus Angaben Des Cloizeaux's über den scheinbaren spitzen und stumpfen Axenwinkel dieses Feldspathes (in Oel) berechnen. Allein diese Berechnung hätte wenigstens vorläufig noch keinen rechten Zweck, so lange nicht auch von dem Endgliede, dem Anorthit, Platten zu Gebote stehen, die aus einem einzigen Krystalle, und zwar senkrecht zu beiden Mittellinien angefertigt sind.

Wie immer übrigens die absolute Grösse des mittleren Brechungsquotienten im Albit und Anorthit beschaffen sein mag, so folgt doch schon daraus, dass im Albite die Axe der kleinsten Elastizität (c) mit der Mittellinie des spitzen Axenwinkels, im Anorthite dagegen dieselbe Elastizitätsaxe (c) mit der Mittellinie des stumpfen Axenwinkels zusammenfällt, wenigstens das Eine mit Gewissheit, dass der mittlere Brechungsquotient, relativ genommen, im Albit dessen kleinsten, derjenige im Anorthit dessen grössten Brechungsquotienten näher liegen müsse. Ueber die absolute oder relative Grösse der beiden andern Hauptbrechungsquotienten der triklinen Feldspathe scheint gegenwärtig überhaupt noch jede Angabe zu fehlen.

Was hingegen die Lage der optischen Elastizitätsaxen mit Bezug auf die Krystallform und alle jene Verhältnisse betrifft, welche damit in engem Zusammenhange stehen, so liefert die Untersuchung der Plagioklase im parallelen und convergenten polarisirten Lichte,

Digitized by Google

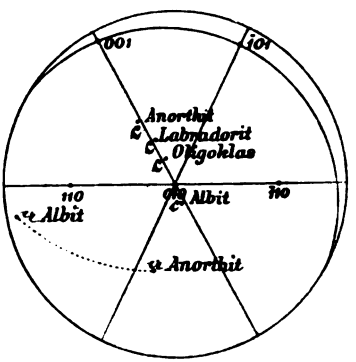
welche ja den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bildet, schon jetzt linlängliches Material zur vergleichenden Betrachtung.

Auf eine directe Ermittlung der Orientirung der optischen Elastizitätsaxen, etwa durch Messung des Winkels, welchen die zu beiden Mittellinien senkrecht geschliffenen Platten mit Endfläche, Längsfläche und einer Prismenfläche des betreffenden Krystalles einschliessen, war mein Streben eigentlich nicht gerichtet, da ja in den meisten Fällen schon die indirect aus der Beobachtung der Interferenzerscheinungen der Plagioklase auf Spaltblättchen parallel *M* erhaltenen Resultate dem hier verfolgten Zwecke eines Vergleiches vollständig genügten. Nur dort, wo die Verhältnisse zu complicirt waren, um aus diesen Interferenzerscheinungen allein schon einen sicheren Schluss auf die Lage der in der Nähe der Normalen zur Längsfläche austretenden Mittellinie zu gestatten, wie beim Labradorit und noch mehr beim Anorthit, wurde in der soeben angedeuteten Weise vorgegangen. Die diesbezüglichen Angaben Des Cloizeaux's sind bereits oben eingehend besprochen worden.

Richten wir unsere Aufmerksamkeit zunächst wieder auf den Unterschied, welcher zwischen Albit und Anorthit besteht!

In der vor einem Jahre in Form eines Auszuges der vorliegenden Arbeit veröffentlichten vorläufigen Mittheilung habe ich in der Projection eines Albitkrystalles auf seine Längsfläche die Durchschnittspunkte der Axen der grössten a) und kleinsten (c) Elastizität in einer dem Albit und Anorthit bezüglich 001, 110 und 010 entsprechenden Lage eingetragen, und zwar die Durchschnittspunkte von c für Albit und von a für Anorthit nach den oben citirten Angaben von Des Cloizeaux und von c für Anorthit nach meinen eigenen Messungen; für a des Albites wurde der Durchschnittspunkt mit der Projectionsebene aus der Lage von c und dem Verlaufe der Axenebene gegen *P*/*M* bestimmt. Diese Zeichnung, welche in beistehender Figur 3 wiedergegeben ist, darf zwar keinen Anspruch auf mathematische Genauigkeit erheben, entspricht jedoch vollkom-

Fig. 3.



Digitized by Google

men dem Zwecke der Uebersichtlichkeit. Die Ungenauigkeit rührt weniger davon her, dass weder die Winkel der Zonen P/M und M/l (respective der Vertical- mit der Längsaxe) im Albit (63° 18′ [1]) und Anorthit (64° 5′) einander vollständig gleichen, noch auch die Projection von 110 und 001 für beide Feldspathe genau übereinstimmt, weil das rechte Prisma zum Beispiel mit der Längsfläche im Albit, 60° 35′ und im Anorthit 58° 5′ einschliesst — denn diese Fehler lassen sich bei der Construction jener Durchschnittspunkte grösstentheils umgehen — sondern weit mehr von der im früheren Abschnitte vielfach nachgewiesenen Unsicherheit der Angaben über die Lage der Elastizitätsaxen, namentlich was den Winkel derselben mit den Prismenflächen betrifft. Letztere Angaben sind übrigens, wie gleichfalls bewiesen wurde, zum Zwecke des Vergleiches vollkommen brauchbar, wenn nur von einer mathematischen Behandlung der Verhältnisse abgesehen wird.

Aus der Figur ersieht man beim ersten Anblick, dass die durch die Axen der kleinsten und grössten Elastizität gehenden Ebenen, die Ebenen der optischen Axen, im Albit und im Anorthit eine gänzlich verschiedene Lage haben, ja dass sie in den beiden Feldspathen aufeinander nahezu senkrecht stehen. a des Albites ist von a des Anorthites um beiläufig 70° entfernt. Dabei liegt der Fusspunkt von a im Albit in der Gegend einer gedachten Querfläche dieses Feldspathes [2]), im Anorthit dagegen irgendwo zwischen den Polen der zur rechten unteren Ecke vorn zusammenstossenden vier Flächen $u\ v\ \pi\ o$. Die Axen der kleinsten Elastizität (c) stimmen hingegen betreffs ihrer Lage in beiden Feldspathen insoferne überein, als sie in keinem Falle aus der Zonenebene P/M stark heraustreten; auch ihre Entfernung von der Normalen zur Längsfläche ist nicht sehr beträchtlich, obwohl im entgegengesetzten Sinne einmal nach aufwärts (Anorthit), das andere Mal nach abwärts (Albit) zu nehmen. Während es jedoch für den Anorthit zum mindesten ziemlich wahrscheinlich ist, dass c genau in die erwähnte Zone fällt, so dass die Zeichnung vielleicht in dieser Beziehung zu verbessern wäre, so ist, nach verschiedenen Beobachtungen zu schliessen, umgekehrt die Abweichung von der Zonenebene für c des Albites in der Figur eher zu gering angegeben.

[1]) Nach G. vom Rath.

[2]) Die Zeichnung wäre genauer, wenn der Fusspunkt von a ca. 2° weiter nach abwärts gerückt würde.

Digitized by Google

Würden beide Elastizitätsaxen c genau in der Zone *P/M* liegen, so würde sich aus dem Winkelabstande einer jeden einzelnen von *M* ihr gegenseitiger Abstand zu ungefähr 60° ergeben, welcher Werth übrigens unter allen Umständen dem wirklichen sich ziemlich nähert. Aus dem eben Gesagten sieht man ferner, dass es im Allgemeinen viel leichter ist, die Verhältnisse um die Elastizitätsaxe c herum im Albit und Anorthit kennen zu lernen, als diejenigen, welche die Elastizitätsaxe a betreffen, weil man im ersteren Falle die Beobachtung auf Zonenschnitte *P/M* beschränken kann, wofern dieselben nur von *M* ungefähr gleichen Abstand haben wie die Elastizitätsaxe c des betreffenden Feldspathes. Gleiches muss jedoch auch von den Zwischengliedern zwischen Albit und Anorthit gelten, wenn in der That jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Endglieder ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht, welches demgemäss bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert.

Damit nemlich die optische Orientirung des Albites in diejenige des Anorthites übergehe, muss nicht allein c des Albites in der Zone *P/M* nach aufwärts wandern, bis sie mit c des Anorthites zusammenfällt, sondern auch gleichzeitig die Axenebene um dieselbe Mittellinie eine derartige Drehung ausführen, dass auch a des Albites in jene Position geräth, welche a des Anorthites inne hat. Dieses Wandern der beiden Mittellinien, wenn man vom Albit zum Anorthit fortschreitet, findet wirklich statt.

Man kann sich davon theils direct, durch Untersuchung geeigneter Zonenschnitte *P/M*, theils indirect, durch Studium der Interferenzerscheinungen der einzelnen Plagioklase auf Längs- und Endfläche im convergenten Lichte meist leicht überzeugen, wie dies ausführlich beschrieben wurde.

Die aufmerksame Betrachtung der auf Tafel II abgebildeten Figuren, welche sich sämmtlich in der gleichen, durch die nebenstehenden Schemata angedeuteten krystallographischen Orientirung und gleichsam in 45°-Stellung zu den gekreuzten Nicols befinden, wird in dieser Beziehung hinlänglich Aufschluss geben. Der oben auf Grund sämmtlicher Erfahrungen aufgestellte Satz, dass in der Reihe der Kalknatronfeldspathe im optischen Verhalten ein ähnlicher Uebergang stattfinde, wie in krystallographischer und chemischer Hinsicht, hat also zunächst die Bedeutung, dass in den Zwischengliedern die beiden

Digitized by Google

hier betrachteten Elastizitätsaxen, mithin auch die Axenebenen eine dem Grade der Mischung entsprechende intermediäre Lage besitzen und seine Richtigkeit kann nicht bestritten werden, solange nicht widersprechende Beobachtungen vorliegen, denen zufolge in irgend einem Mittelgliede, z. B. Labradorit, die Axen c und a mit den entsprechenden Elastizitätsaxen des Albites einen kleineren Winkel einschliessen, als in einem anderen Mittelgliede, wenn letzteres, wie z. B. der Oligoklas, dem Albite in chemischer (und krystallographischer) Hinsicht näher steht. Dagegen ist die Beobachtungsreihe allerdings noch zu unvollständig, um darüber zu entscheiden, ob dieser Uebergang aus der Orientirung des Albites in die des Anorthites auf dem kürzesten Wege und ob er an allen Punkten der chemischen Reihe gleich schnell vor sich geht. Obwohl diese Frage gewiss mehr nebensächlich ist, wird sich doch vielleicht bei Besprechung des Verhaltens im parallelen polarisirten Lichte Gelegenheit ergeben, darauf noch zurückzukommen.

Axenwinkel und Dispersionserscheinungen hängen nicht so sehr mit der optischen Orientirung, als mit der absoluten und relativen Grösse der drei Hauptbrechungsquotienten zusammen.

Da nun gerade über diese Punkte unser Wissen hinsichtlich der Plagioklase heute noch viel zu unvollkommen ist, so könnte leicht manches als Widerspruch erscheinen, was bei vollständiger Kenntniss der Verhältnisse sich vielleicht ungezwungen erklären lässt. Jedenfalls war es misslich, aus der Beobachtung gerade dieser beiden Grössen Argumente für oder wider die Tschermak'sche Theorie herzunehmen, wie dies Des Cloizeaux seinerzeit bekanntlich gethan hat.

Was zunächst den Axenwinkel betrifft, so lässt sich ein Vergleich überhaupt nur in der Weise durchführen, dass man die Aenderungen desselben mit Rücksicht auf eine und dieselbe Elastizitätsaxe bei sämmtlichen Kalknatronfeldspathen ins Auge fasst. Die Schwierigkeit einer genauen Bestimmung des Axenwinkels, zumal in gewissen stark verzwillingten Zwischengliedern, ist zur Genüge betont worden.

Die in Betreff der Elastizitätsaxe c, respective der positiven Mittellinie gemachten Mittheilungen lassen sich kurz in folgenden Sätzen recapituliren: Das Wandern der Elasticitätsaxe c nach aufwärts ist anfangs von einem Wachsen des anliegenden Axenwinkels

Digitized by Google

begleitet, indem derselbe im Albit kleiner als 90° ist, in den folgenden Gliedern der Plagioklasreihe dem Rechten sich mehr und mehr nähert, bis er in den Oligoklasen fast ebensoweit darüber hinausgeht, als er im Albit darunter bleibt; ob er schon hier oder erst bei gewissen Andesinen sein Maximum erreicht, muss dahingestellt bleiben, — jedenfalls ist er in den dem Labradorit näher stehenden Andesinen bereits wieder in Abnahme begriffen; in den Labradoriten ist er ungefähr so gross; wie im Albit, durchgehends kleiner als ein Rechter; nachdem er jedoch in gewissen Labradoritvarietäten sein Minimum erreicht hat, scheint er wieder zu wachsen, bis er im Anorthit seinen Maximalwerth erreicht, welcher weit über 90° hinausgeht. Hinsichtlich der um die positive Mittellinie herum beobachteten Dispersionserscheinungen will ich nur jene nochmals hervorheben, welche sich auf die am häufigsten vorkommenden Mischungsglieder beziehen und welche auf Tafel III abgebildet sind.

Die Figuren sind, wie bereits erwähnt wurde, so angefertigt, dass die auf der rechten Längsfläche des orientirt gestellten Krystalles nach vorn unten austretende Axe (*a*) immer links, die nach hinten oben austretende Axe (*b*) immer rechts erscheint.

Man sieht zunächst, dass Albit und Anorthit nicht nur hinsichtlich der Grösse des Axenwinkels überhaupt, sondern auch hinsichtlich der Grösse des den verschiedenen Farben zukommenden Axenwinkels zu einander im Gegensatze stehen, indem nemlich, bezogen auf eine und dieselbe Mittellinie (c) im Albit $\rho < \upsilon$, im Anorthit $\rho > \upsilon$ ist.

Wenn die Zunahme und Abnahme des Winkels der optischen Axen, von welcher vorhin die Rede war, für alle Farben gleich schnell erfolgen würde, so müsste in der ganzen weiteren Plagioklasreihe dieselbe Dispersion angetroffen werden, wie im Albit oder Anorthit selbst und die Dispersion der beiden Endglieder würde unvermittelt dastehen. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. Während nemlich im Anfange der Reihe (vom Albit bis zum Labradorit) der Winkel der blauen Axen sowohl schneller zuzunehmen als abzunehmen scheint, unter welcher Voraussetzung es sich recht gut erklären liesse, weshalb bei der Zunahme des Winkels (beim Oligoklas z. B.) die gewöhnliche Dispersion sehr deutlich wird, während bei der darauffolgenden Abnahme (gegen den Labradorit hin) die gewöhnliche Dispersion sich gleichfalls vermindert und bei

Digitized by Google

gewissen Labradoritvarietäten (von Ojamo) sogar fast Null gefunden wurde — ist zu vermuthen, dass in den darauffolgenden Gliedern der Reihe, welche bereits dem Anorthit näher stehen, der Winkel der rothen Axen schneller zunimmt, wodurch $\rho > \upsilon$ entsteht, welche im Anorthit ihr Maximum erreicht. Dazu kommt ferner noch der Umstand, dass auch die Mittellinien der verschiedenen Farben selbst nicht gleich schnell vorzurücken scheinen; die Art des Auftretens von geneigter Dispersion würde nemlich vermuthen lassen, dass anfangs die Mittellinie der rothen Axen, später diejenige der blauen Axen auf ihrem Wege etwas zurückbleibt.

Noch complicirter und schwieriger gestalten sich die Verhältnisse endlich dadurch, dass nebst den übrigen Dispersionen auch gekreuzte (zumal in den Mittelgliedern) und zuweilen selbst horizontale deutlich vorhanden sind, welche zu dem Schlusse drängen, dass auch bei der Drehung der Axenebene hinsichtlich der verschiedenen Farben eine ähnliche Verschiedenheit herrsche. Wie dem auch sei, jedenfalls werden diese wenigen Andeutungen genügen, um darzuthun, einerseits, dass die bisherigen Beobachtungen im convergenten Lichte der Tschermak'schen Theorie so wenig widersprechen, dass sich vielmehr umgekehrt aus dieser Theorie erst eine Menge Anhaltspunkte für eine richtige Beurtheilung und Auffassung derselben ergeben, andererseits aber auch, dass die vollständige Aufklärung der eben geschilderten Verhältnisse, sowie die vollkommene Sicherstellung des Gesagten eine beträchtlich grössere Zahl möglichst genauer und an möglichst günstigem Materiale ausgeführter Untersuchungen voraussetzt und deshalb erst von der Zukunft zu erwarten ist.

Dagegen sind unsere Beobachtungen über das Verhalten der Plagioklase im parallelen polarisirten Lichte schon heute zahlreich genug, um die vollste Uebereinstimmung zwischen den chemischen und optischen Eigenschaften derselben zu erweisen.

Da die Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen des polarisirten Lichtes auf irgend einem Krystallschnitte nicht allein von der Lage der optischen Elastizitätsaxen, also der Lage der Axenebene, sondern gleichzeitig auch von der Grösse des Axenwinkels und der Art der Dispersion abhängt, so dass überhaupt die Auslöschungsschiefe irgend eines Blättchens erst dann vollständig bestimmt ist, wofern man die genaue krystallographische Orientirung der

Digitized by Google

beiden optischen Axen, mithin auch die Tracen der durch sie und die Plattennormale gelegten Ebenen kennt, so muss auch die Gesammtheit des optischen Verhaltens der Plagioklase in ihrer Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* am deutlichsten zum Ausdruck kommen.

Die im vorigen Abschnitte darüber gemachten Mittheilungen beziehen sich durchwegs auf die der Kante *P*/*M* zunächstgelegene Auslöschungsrichtung, welche bei sämmtlichen Plagioklasen zugleich der Trace der Axenebene auf der betreffenden Fläche stets näher liegt, als die darauf senkrechte Auslöschungsrichtung. Die Erfahrung lehrt zunächst, dass Albit und Anorthit bezüglich ihrer Auslöschungsschiefe sowohl durch die Grösse als durch die Orientirung derselben in einem gewissen Gegensatze stehen, dass man die Auslöschungsschiefe im Anorthit als negativ bezeichnen muss, wofern die des Albites einen positiven Werth besitzt, dass jedoch diese durch die beiden Endglieder repräsentirten Gegensätze und Grenzwerthe nicht unvermittelt dastehen, sondern durch ebenso viele Mittelwerthe verbunden sind, als es chemische Zwischenglieder zwischen reinem Natron- und reinem Kalkfeldspath gibt.

Der allmälige Uebergang aus dem Verhalten des Albites in jenes des Anorthites, demzufolge die Auslöschungsschiefe geradezu als eine Function des Mischungsverhältnisses der beiden Feldspathsubstanzen sich darstellt, wird aus der im Folgenden gegebenen übersichtlichen Zusammenstellung der bei der Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte gewonnenen Resultate unmittelbar ersichtlich werden.

In diese Tabelle sind auch einige von Wiik l. c. gemachte Beobachtungen sowie die wichtigsten der von Des Cloizeaux gelieferten Daten mit aufgenommen.

Bezüglich der Genauigkeit der einzelnen Angaben findet sich im vorigen Abschnitte der vorliegenden Arbeit der nöthige Commentar und es genügt daher auf das dort Gesagte zu verweisen.

Digitized by Google

Beobachtete Auslöschungsschiefe auf *P*	Untersuchtes Vorkommen	Beobachter	Beobachtete Auslöschungsschiefe auf *M*
+ 4° 51′ bis + 3° 54′	Albite a. d. Dauphinée, v. Kirăbinsk, Moriah, Roc Tourné, Schweiz, Tirol, Peristert von Canada	Des Cl.	+ 20° bis + 15° 33′
+ 3° 54′ b. + 3° 40′	Fusch, Schmirn	S.	+ 17° 54′ b. + 17° 35′
	Sillböle, Finnland	W.	+ 15° b. + 10°
+ 2° 45′	St Vincenz, Steiermark (Sobboth)	Des Cl.	
+ 2° 29′ b. + 2° 03′	Sobboth, Wilmington	S.	+ 11° 44′ b + 11° 13′
+ 2° 5′ b. + 1° 32′	Ytterby (ähnlich Mineral Hill nach Des Cloizeaux)	S. u. Des Cl.	+ 9° 6′ b. + 4° 54′
+ 2° b. + 1°	Arendal	S. u. Des Cl.	+ 7° b. + 4°
+ 1° 21′ b. + 1°	Tvedestrand (ähnlich Bamle, Des Cloizeaux)	S.	+ 5° b. + 2°
+ 2° b. 0°	Tilasiwuori, Finnland	Des Cl.	+ 5°
+ 1° b. 0°	Plagioklas aus egyptischem Granit	Des Cl.	+ 3° b. + 1°
	Kimito	W.	0°
— 1° b. — 3°	Château Richer Canada, ähnlich Telham Massachusetts	Des Cl.	— 5° 4′
	Fréjus, Esterel-Gebirge	Des Cl.	— 2° b. — 5°
— 1° b. — 3° 6′	St. Raphael, Dep. du Var	S.	— 4° 30′ b. — 8° und
		Des Cl.	— 10° b. — 12°
	Stansvik	W.	— 10°
— 4° b. — 5°	Ojamo (Lojo)	S. u. W.	— 15° b. — 17°
— 5° 12′ b. — 5° 24′	Labrador	S.	— 17° b. — 18° 30′
— 6° 42′ b. — 6° 54′	Kamenoi Brod	S.	— 19° b. — 21°
— 5° 42′ b. — 7° 15′	Ojamo	Des Cl.	— 18° 30′ b. — 20° 10′
— 11° b. — 17° 30′	Volpersdorf	S.	— 25° 30′ b. — 31°
— 14° 30′ b. — 20°	Näroëdal	S.	— 28° b. — 32°
— 24° 22′ b. — 29° 7′	Plagioklas aus dem Eukrit von Hammerfest	Des Cl.	
— 26° 35′	Rådmanson	Des Cl.	— 34° 30′
	Lepolith von Lojo	W.	— 35° b. — 40°
— 34° b. — 42°	Bjernå, Höjden Vesuv, Pesmeda	Des Cl. S.	— 35° b. — 43°

Digitized by Google

So schwer es im Allgemeinen wäre, nach dieser Tabelle für ein bestimmtes Vorkommen einen ganz bestimmten Werth der Auslöschungsschiefen anzugeben, so leicht lässt sich daraus das Gesetz erkennen, welches die Gesammtheit der Beobachtungen beherrscht, das Gesetz nemlich, dass die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* in den aufeinanderfolgenden Gliedern der chemischen Mischungsreihe umsomehr abnimmt (respective einen desto grösseren negativen Werth erhält), je mehr man dem Endgliede, umsomehr zunimmt (resp. einen desto kleineren negativen Werth erhält), je mehr man dem Anfangsgliede sich nähert.

Ist einmal dieser Zusammenhang zwischen der Auslöschungsschiefe und der chemischen Zusammensetzung richtig erkannt, dann werden die obenstehenden Resultate der Untersuchung der Plagioklase im parallelen polarisirten Lichte zu einem wichtigen Beweismittel für die Richtigkeit der Tschermak'schen Theorie.

Der Umstand, dass die Beobachtungsreihe schon heute fast geschlossen erscheint und Hoffnung vorhanden ist, dass die wenigen Lücken, die noch vorhanden sind, sich ausfüllen werden, sobald die Untersuchung einen grösseren Kreis von Vorkommnissen umfasst, würde dafür sprechen, dass eine sehr grosse Zahl von Zwischengliedern zwischen Albit und Anorthit in der Natur wirklich vorkommen.

Der weitere Umstand, dass die für die optische Orientirung (resp. Auslöschungsschiefe) an Stücken desselben Fundortes ermittelten Werthe oft bedeutende Schwankungen zeigen, die sich keineswegs auf blosse Beobachtungsfehler zurückführen lassen, würde zu dem Schlusse berechtigen, dass in ähnlichen Fällen verschiedene einander nahestehende Mischungsglieder mit- und nebeneinander vorkommen, was übrigens in damit übereinstimmender Weise für gewisse Feldspathe mehrfach bereits direct, auf dem Wege der chemischen Analyse nachgewiesen wurde — so für die Oligoklase von Ytterby, Schaitansk und Arendal, für die verschiedenen Labradoritvarietäten von Lojo und Labrador, von Volpersdorf etc.

Die grosse Gesetzmässigkeit, welche in den Aenderungen der Auslöschungsschiefe sich ausspricht, sobald das Mischungsverhältniss sich ändert, berechtigt vollkommen zu der Voraussetzung, dass dieselben in stetiger Weise vor sich gehen.

Digitized by Google

Unter dieser Voraussetzung müssen sämmtliche Beobachtungen in Form einer Kurve sich darstellen lassen, durch deren Construction die Möglichkeit geboten ist, auch für jene Mischungen, auf welche sich keine der bisher gemachten Beobachtungen beziehen, die theoretisch ihnen zukommende Auslöschungsschiefe auf empirischem Wege zu bestimmen.

Wenn man die chemische Zusammensetzung der untersuchten Vorkommnisse, ausgedrückt in Molekularprocenten von Albit oder Anorthit, auf der Abscissenaxe eines rechtwinkligen Coordinatensystems aufträgt, in den Endpunkten dieser Abscissen Senkrechte errichtet und die in jedem einzelnen Falle beobachtete Auslöschungsschiefe, in Graden ausgedrückt, auf diesen Senkrechten nach oben oder unten hin abschneidet, wie es ihr Zeichen verlangt, dann erhält man in der That als Verbindungslinie der Endpunkte der einzelnen Ordinaten eine stetige Kurve, welche anfangs ihre sehr schwach convexe Seite, später ihre concave Seite der Abscissenaxe zuwendet, wofern man die Auslöschungsschiefen auf P der Construction zu Grunde legt, während sie im Allgemeinen entgegengesetzt und stärker gekrümmt erscheint, wofern man von den Auslöschungsschiefen auf M ausgeht.

Für diese auf empirischem Wege, durch Einzeichnen der Beobachtungen erhaltenen zwei Linien lässt sich mit Rücksicht auf den Charakter, welchen sie zeigen, die empirische Formel $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ aufstellen, wenn man mit x die chemische Zusammensetzung in Molekularprocenten des Anorthites, mit y die Grösse der Auslöschungsschiefe, in Graden ausgedrückt, bezeichnet.

Sobald die vier Constanten a, b, c, d dieser empirischen Formel uns bekannt sind, setzt sie uns in den Stand, alle Punkte der Kurven auf dem Wege der Rechnung festzustellen.

Die Bestimmung dieser vier Constanten erfordert vier Bedingungsgleichungen. Diese werden, wie man durch eine kurze Ueberlegung sich überzeugt, am zweckmässigsten aus der an den beiden Endgliedern der Reihe und irgend einem chemisch gut charakterisirten Mittelgliede beobachteten Auslöschungsschiefe auf P und M und aus der durch die Construction auf empirische Weise ziemlich genau zu ermittelnden Lage des Durchschnittspunktes der Kurve mit der Abscissenaxe gebildet werden.

Digitized by Google

Durch Anwendung des eben geschilderten Verfahrens gelangte ich zu Resultaten, welche, wie sich zeigen wird, mit sämmtlichen Beobachtungen in höchst befriedigender Weise übereinstimmen. Dabei wurde von folgenden Grundannahmen ausgegangen: Für den reinen Natronfeldspath (*Ab*) ergibt sich als der wahrscheinlichste Werth der Auslöschungsschiefe auf *P* der an den bisher untersuchten Albiten gefundene Maximalwerth von + 5° (+ 4° 54' Des Cl.), auf der Längsfläche beträgt dieser Winkel + 20°. Für den reinen Kalkfeldspath (*An*) erscheint die Annahme einer Auslöschungsschiefe von — 37° sowohl auf *P* als auch auf *M* durch die Beobachtungen gerechtfertigt. Der Feldspath von Ojamo steht erwiesenermassen einem Gemische von Albit- und Anorthitsubstanz zu gleichen Theilen (Ab_1 An_1) sehr nahe. Seine Auslöschungsschiefe beträgt im Mittel — 5° auf *P*, — 16·3° auf *M*. Wenn das x in Molekularprocenten des Anorthites ausgedrückt wird, so entsprechen dem Albit 0%, dem Anorthit 100%, der Mischung Ab_1 An_1 50% als Werth von x. Der Zeichnung zufolge schneidet die Kurve der Auslöschungsschiefen auf *P* in einer Entfernung $x = 30\%$, diejenige der Auslöschungsschiefen auf *M* in einer Entfernung $x = 29{\cdot}5\%$ die Abscissenaxe.

Aus diesen Daten lassen sich folgende Gleichungen zusammenstellen:

1. Bezüglich der Auslöschungsschiefe auf *P*.

$x = 0$	$x = 50$	$x = 100$	$x = 30$
$y = 5$	$y = -5$	$y = -37$	$y = 0$

Diese Werthe für x und y in die allgemeine Gleichung unserer Kurve $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ eingesetzt, berechnen sich die Constanten bezüglich der Auslöschungschiefe auf *P* zu:

$$a = +5 \qquad b = -0{\cdot}1752, \qquad c = +0{\cdot}001457$$
$$d = -0{\cdot}00003905$$

und die Gleichung lautet jetzt:

$$y = 5 - 0{\cdot}1752\,x + 0{\cdot}001457\,x^2 - 0{\cdot}00003905\,x^3 \quad \text{I.}$$

2. Bezüglich der Auslöschungsschiefe auf *M*.

$x = 0$	$x = 50$	$x = 100$	$x = 29{\cdot}5$
$y = 20$	$y = -16{\cdot}3$	$y = -37$	$y = 0$

Digitized by Google

Diese Werthe von x und y in die allgemeine Gleichung $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ eingesetzt, berechnen sich die Constanten bezüglich der Auslöschungsschiefe auf M zu: $a = + 20$, $b = - 0{\cdot}5062$, $c = - 0{\cdot}008121$, $d = + 0{\cdot}00007483$ und die Gleichung lautet dann:

$$y = 20 - 0{\cdot}5062\,x - 0\,008121\,x^2 + 0{\cdot}00007483\,x^3 \quad \text{II.}$$

Die Auswerthung der beiden Gleichungen I und II für alle, in Abständen von 5, von Null bis 100 aufeinanderfolgenden x führt auf die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellte Zahlenreihe, in welcher die vier der Rechnung zu Grunde gelegten, den Beobachtungen direct entnommenen Grundannahmen durch den Druck hervorgehoben sind.

x Molekularprocente des Anorthit-Gehaltes der Mischung	y Berechneter Werth der zugehörigen Auslöschungsschiefe auf P	y Berechneter Werth der zugehörigen Auslöschungsschiefe auf M
0	+ **5·00°**	+ **20·00°**
5	+ 4·16°	+ 17·36°
10	+ 3·35°	+ 14·21°
15	+ 2·57°	+ 10·82°
20	+ 1·77°	+ 7·23°
25	+ 0·94°	+ 3·48°
30	+ **0·00°**	— **0·46°**
35	— 1·01°	— 4·47°
40	— 2·18°	— 8·45°
45	— 3·47°	— 12·41°
50	— **5·00°**	— **16·30°**
55	— 6·69°	— 19·98°
60	— 8·69°	— 23·43°
65	— 10·92°	— 26·72°
70	— 13·49°	— 29·57°
75	— 16·37°	— 32·08°
80	— 19·67°	— 34·26°
85	— 23·28°	— 35·74°
90	— 27·32°	— 36·79°
95	— 31·87°	— 37·24°
100	— **37·00°**	— **37·00°**

Digitized by Google

Wenn man die vorstehende Tabelle mit der früheren vergleicht, welche die beobachteten Auslöschungsschiefen enthält, so zeigt es sich zunächst, dass die meisten der hier auf dem Wege der Rechnung gefundenen Werthe wirklichen Vorkommnissen entsprechen. Insoferne von den untersuchten Vorkommnissen Analysen vorliegen, sind wir im Stande, die Uebereinstimmung zu prüfen, welche zwischen Rechnung und Beobachtung besteht. Aus den in Betreff möglicher Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der untersuchten Stücke und über die Grösse der Beobachtungsfehler bei gewissen Plagioklasen gemachten Bemerkungen dürfte bereits klar geworden sein, dass diese Prüfung eine gewisse Vorsicht erfordert und unter Umständen unmöglich werden kann.

In allen Fällen, wo sie übrigens durchführbar ist, ergibt sie das Resultat, dass die Abweichungen der aus den vorstehenden Grundannahmen berechneten theoretischen Auslöschungsschiefen auf P und M von den für die einzelnen Plagioklase thatsächlich beobachteten Werthen so gering sind und so ganz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler sich bewegen, dass die Genauigkeit der berechneten Werthe allen Anforderungen genügt, welche man sowohl zum Zwecke des Vergleiches, als auch bezüglich ihrer praktischen Verwerthbarkeit an dieselben zu stellen überhaupt berechtigt ist.

Wenn also auch nicht ausgeschlossen ist, dass man durch eine geschicktere Wahl der Grundannahmen der Wahrheit möglicherweise noch näher kommen könnte, so würde dies in den praktischen Consequenzen wenigstens keine Aenderung hervorzubringen im Stande sein.

Meine nächste Aufgabe wird darin bestehen, diese Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung an einigen Beispielen zu zeigen und dadurch zugleich das Verfahren zu charakterisiren, welches in ähnlichen Fällen einzuschlagen ist. Um zu erfahren, welche theoretische Auslöschungsschiefe einer bestimmten Mischung zukommt, hätte man die chemische Zusammensetzung derselben, in Molekularprocenten von Anorthit ausgedrückt, als x in die Gleichungen I und II einzusetzen und daraus das y zu berechnen.

Im vorigen Abschnitte wurde jedoch der Kürze wegen mit Vorliebe nach dem Vorgange von Tschermak die Formel $Ab_n An_0$ in Anwendung gebracht, um die verschiedenen Mischungsglieder auf eine einfache Weise zu bezeichnen. Um diese Formel

Digitized by Google

auch in vorliegendem Falle brauchbar zu machen, ist es nothwendig, anzugeben, welcher Procentgehalt an Anorthitsubstanz für bestimmte Werthe von n und o diesem Ausdrucke entspricht. Im Folgenden ist diese Umrechnung der Mischungsformel auf Molekularprocente der darin enthaltenen Anorthitsubstanz für die am häufigsten vorkommenden Mischungen durchgeführt.

Ab	0·00	Procent
$Ab_{12}\,An_1$	7·69	„
$Ab_8\,An_1$	11·11	„
$Ab_6\,An_1$	14·28	„
$Ab_5\,An_1$	16·66	„
$Ab_4\,An_1$	20·00	„
$Ab_3\,An_1$	25·00	„
$Ab_2\,An_1$	33·33	„
$Ab_3\,An_2$	40·00	„
$Ab_4\,An_3$	42·85	„
$Ab_1\,An_1$	50·00	„
$Ab_3\,An_4$	57·15	„
$Ab_1\,An_2$	66·66	„
$Ab_1\,An_3$	75·00	„
$Ab_1\,An_4$	80·00	„
$Ab_1\,An_6$	85·71	„
$Ab_1\,An_8$	88·88	„
$Ab_1\,An_{11}$	91·83	„
An	100·00	„

Diese Tabelle wird man sich in einem speziellen Falle leicht ergänzen können, sobald es die Nothwendigkeit verlangt. In den meisten Fällen wird es wohl genügen, durch Vergleich mit der oben, S. 153, abgedruckten, von Tschermak herrührenden Tabelle diejenige unter den hier aufgeschriebenen Mischungen zu ermitteln, welcher der betreffende Feldspath der Analyse zufolge am nächsten steht und die nebenstehende Procentzahl der Berechnung der theoretischen Auslöschungsschiefe zu Grunde zu legen.

Die folgenden, meinen eigenen Beobachtungen entnommenen Beispiele werden dies sofort klar machen:

1. Für die Oligoklasalbite von Wilmington und Sobboth ergibt die Analyse eine $Ab_6\,An_1$ nahestehende Mischung. Für $Ab_6\,An_1$

Digitized by Google

ist aber $x = 14{\cdot}28\ ^0/_0$. Diesem entspricht
$y = +\ 2^0\ 40'$ auf P (aus I) und $y = +\ 11^0\ 19'$ auf M (aus II).

Beobachtet wurde
$y = +\ 2^0\ 29'$ auf P und $y = +\ 11^0\ 30'$ auf M.

2. Für den Oligoklas von Tvedestrand verlangt die Analyse $Ab_3\ An_1$ oder eine ähnliche Mischung, daher
$x = 25^0/_0$, $y = +\ 56'$ auf P, $y = +\ 3^0\ 26'$ auf M.

Beobachtet wurden die Werthe
$y = +\ 1^0\ 21'$ bis $+\ 1^0$ und weniger auf P,
$y = +\ 5^0$ bis $+\ 2^0$ auf M.

3. Für den Oligoklas von Ytterby existiren mehrere von einander abweichende Analysen, welche bald auf eine $Ab_5\ An_1$, bald auf eine $Ab_4\ An_1$ und selbst $Ab_3\ An_1$ sich nähernde Mischung deuten.
Für $Ab_5\ An_1$ ist $x = 16\ 66^0/_0$, $y = +\ 2^0\ 18'$ auf P, $y = +\ 9^0\ 38'$ auf M.
„ $Ab_4\ An_1$ „ $x = 20{\cdot}00^0/_0$, $y = +\ 1^0\ 45'$ „ P, $y = +\ 7^0\ 13'$ „ „
„ $Ab_7\ An_2$ „ $x = 22{\cdot}22^0/_0$, $y = +\ 1^0\ 30'$ „ P, $y = +\ 5^0\ 34'$ „ „

Beobachtet wurden übereinstimmend damit auf M Werthe, welche zwischen $+\ 9^0\ 6'$ im Maximum und $+\ 4^0\ 54'$ im Minimum schwanken, auf P Werthe, die zwischen $+\ 2^0\ 5'$ und $+\ 1^0\ 32'$ liegen.

4. In ähnlicher Weise liegt der Oligoklas von Arendal zwischen $Ab_4\ An_1$ und $Ab_3\ An_1$ und demgemäss schwanken die beobachteten Werthe zwischen $y = +\ 1^0$ und $+\ 2^0$ auf P und
$y = +\ 7^0$ und $+\ 4^0$ auf M.

5. Der Andesin von St. Raphael, Dep. du Var, nähert sich im Allgemeinen einer Mischung $Ab_3\ An_2$; seine Zonalstructur macht es allerdings wahrscheinlich, dass er eigentlich mehrere, einander nahestehende Mischungsglieder in einem Krystalle bisweilen vereinigt.

Für $Ab_3\ An_2$ ist $x = 40^0/_0$, $y = -\ 2^0\ 11'$ auf P und $y = -\ 8^0\ 27'$ auf M.

Die beobachteten Werthe zeigen bedeutende Schwankungen, darunter aber $y = -\ 2^0$ auf P und $y = -\ 8^0\ 6'$ auf M.

6. Der Labradorit von Kamenoi Brod steht meiner Analyse zufolge zwischen $Ab_1\ An_1$ und $Ab_3\ An_4$, letzterer Mischung jedoch viel näher.

Für $Ab_3\ An_4$ ist
$x = 57{\cdot}14^0/_0$, $y = -\ 7^0\ 31'$ auf P, und $y = -\ 21^0\ 28'$ auf M;
diesen Werthen nähern sich die thatsächlich beobachteten von
$y = -\ 6^0\ 54'$ auf P und $y = -\ 21^0$ auf M.

Digitized by Google

7. Der Feldspath aus dem Näroëdal repräsentirt ziemlich genau die Mischung $Ab_1\ An_2$. Dem entspricht

$x = 75\%$ und $y = -16°\ 22'$ auf P und $y = -32°$ auf M.

Unter den verschiedenen Werthen, welche beobachtet wurden, findet sich auch $y = -32°$ auf M (als Grenzwerth) und $y = -16°$ auf P (als häufigster Mittelwerth).

Des Cloizeaux hat zwar einige Plagioklase untersucht, welche sich den Mischungen $Ab_1\ An_6$ und $Ab_1\ An_3$ anzuschliessen scheinen, nemlich einen Plagioklas aus dem Eukrit von Hammerfest und einen Plagioklas von Rådmanson. Allein die enormen Schwankungen sowohl der für diese, als auch der für die Anorthite von Höjden und Bjerna von ihm angegebenen Auslöschungsschiefen machen einen sicheren Vergleich zwischen Beobachtung und Rechnung an diesem Punkte der Plagioklasreihe vorläufig noch unmöglich, weil sie ebensogut in der Abweichung der Präparate von P und M, als im Materiale selbst ihren Grund haben können.

Indessen schon die angeführten Beispiele werden hinreichen, um darzuthun, dass die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung gerade da umso grösser ist, wo die Beschaffenheit des Materiales eine genauere Untersuchung gestattet. In jenen Gruppen, für welche entweder das Nebeneinandervorkommen mehrerer einander nahestehender Mischungen an demselben Orte, ja in demselben Krystalle, charakteristisch zu sein scheint, wie beispielsweise in der Andesingruppe, oder für welche die Grenzen der Beobachtungsfehler möglicherweise sehr gross sind, wie namentlich in der Bytownit-Anorthitgruppe, gibt uns im Gegentheile erst der Vergleich der beobachteten Thatsachen mit den auf dem Wege der Rechnung gefundenen Resultaten einige Anhaltspunkte, die Beobachtungen richtig zu beurtheilen und diejenigen Schwankungen, welche auf Variationen der chemischen Zusammensetzung beruhen, von jenen zu unterscheiden, welche erst durch die Schwierigkeit und Unvollkommenheit der Untersuchungsmethode hinzukommen.

Da folglich die auf dem Wege der Rechnung gefundenen Werthe der Auslöschungsschiefen auf P und M vor den beobachteten nicht nur den einen Vorzug bezitzen, dass sie sich auf ganz bestimmte Mischungsverhältnisse beziehen, sondern auch den zweiten, dass ihnen die vertrauenswürdigsten aller Beobachtungen zu Grunde

Digitized by Google

liegen und da dieselben endlich, so weit es sich beweisen lässt, den thatsächlichen Verhältnissen sehr nahe kommen, so erscheint es als vollkommen gerechtfertigt, in Zukunft uns lediglich der berechneten Daten zu bedienen, sobald wir derselben bedürfen.

Es wird im Allgemeinen gewiss seltener das Bedürfniss und das Verlangen eintreten, für ein bestimmtes, durch die chemische Analyse bereits festgestelltes Mischungsverhältniss die zugehörige, theoretische Auslöschungsschiefe zu berechnen; viel häufiger wird jedoch der umgekehrte Fall vorkommen, dass man aus der beobachteten Auslöschungsschiefe eines bestimmten Feldspathes auf seine chemische Zusammensetzung zurückzuschliessen trachtet. In Erwägung dieses Umstandes ist eine Zeichnung der beiden die Auslöschungsschiefen auf *P* und auf *M* sämmtlicher Plagioklase umfassenden Kurven, zu deren Construction die oben berechneten Werthe in Verwendung gezogen wurden, als Tafel IV der vorliegenden Arbeit beigegeben

Mit diesen Mitteln ausgerüstet können wir nach den vorausgeschickten ausführlichen Erörterungen über die theoretischen Schlussfolgerungen, welche sich namentlich hinsichtlich der Tschermak'schen Theorie an sämmtliche über das optische Verhalten der Plagioklase bisher bekannten Thatsachen und an die eigenen Beobachtungen insbesondere knüpfen lassen, daran denken, auch die praktischen Consequenzen in Erwägung zu ziehen, welche sich daraus ergeben.

Das grösste Interesse beansprucht wohl in dieser Hinsicht die Beantwortung der Frage: ob und bis zu welchem Grade die Unterscheidung der einzelnen triklinen Feldspathe auf rein optischem Wege heutzutage durchführbar sei.

Mit der Lösung dieses Problems, welches namentlich für den Petrographen von so ausserordentlicher Wichtigkeit ist, haben allerdings sowohl Des Cloizeaux als auch Michel Lévy sich bereits beschäftigt. Da jedoch beide Forscher als Gegner der Tschermak'schen Theorie einen einseitigen Standpunkt vertreten, so ist durch ihre Arbeiten eine neuerliche Behandlung des vorliegenden Gegenstandes unter Berücksichtigung des seitdem bedeutend angewachsenen Beobachtungsmateriales keineswegs überflüssig, eher wünschenswerth geworden.

Die Vorschläge, welche Des Cloizeaux behufs Unterscheidung der triklinen Feldspathe auf optischem Wege machte, bewe-

Digitized by Google

gen sich fast ausschliesslich auf dem Boden der von ihm beobachteten Thatsachen. Die Beobachtungen Des Cloizeaux's zeigen mit meinen eigenen im Allgemeinen grosse Uebereinstimmung, so dass sie dieselben vielfach zu stützen und zu ergänzen im Stande sind, besitzen aber den Fehler, dass sie nicht consequent genug durchgeführt wurden, abgesehen davon, dass man sich mit der Deutung, welche Des Cloizeaux ihnen gab, nicht einverstanden erklären kann. Dagegen ist Michel Lévy, welcher sich übrigens der Auffassung Des Cloizeaux's bezüglich dessen Beobachtungen vollkommen anschloss, darüber hinausgegangen, indem er die von Des Cloizeaux gelieferten Daten zum Gegenstande der Rechnung machte; wie weit er dazu berechtigt war, ist bereits und wird später noch einmal besprochen werden.

Beide Forscher aber sind von der unhaltbaren und mit den Thatsachen unvereinbaren Voraussetzung ausgegangen, dass es nur eine ganz geringe und bestimmte Anzahl von triklinen Feldspath-Spezies gäbe, nemlich Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit.

Dadurch haben sie sich ihre Aufgabe zwar vereinfacht, dagegen ein wesentliches Moment ganz ausser Acht gelassen, da nemlich zahlreiche Uebergänge zwischen diesen Hauptgruppen erwiesenermassen wirklich existiren, und konnten daher nur zu theilweise richtigen und jedenfalls unvollständigen Resultaten gelangen.

Jeder Petrograph, welcher sich zur Tschermak'schen Theorie bekennt, nach welcher die Plagioklase ein Product isomorpher Mischungen aus Albit- und Anorthitsubstanz sind, wird sich darauf gefasst machen, bei Bestimmung irgend eines in einem Gesteine vorkommenden Feldspathes auf irgend ein Zwischenglied der Plagioklasreihe zu stossen. Wenn er nun durch eine verhältnissmässig einfache Prüfung im polarisirten Lichte im Stande ist, darüber zu entscheiden, welches Mischungsverhältniss durch den betreffenden Feldspath repräsentirt werde, wird er die optische Untersuchung als zur Unterscheidung der triklinen Feldspathe brauchbar anerkennen müssen.

Für gewöhnlich wird es sich nicht darum handeln, zu erfahren, ob ein Procent mehr oder weniger von Anorthitsubstanz in die Mischung des betreffenden Feldspathes eingetreten sei, aber man wird doch angeben wollen, welchem der oben, Seite 256 aufgeführten, am häufigsten vorkommenden Mischungsglieder, wie Ab, $Ab_{12}\ An_1$, $Ab_8\ An_1$, $Ab_6\ An_1$ etc. etc. derselbe nahekommt.

Digitized by Google

Dass die Unterscheidung der einzelnen triklinen Feldspathe auf optischem Wege vom theoretischen Standpunkte aus mit der grössten Genauigkeit möglich sei, ist in dem im Früheren bewiesenen Satze ausgesprochen, dass jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Endglieder der Plagioklasreihe auch ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht. Die Kenntniss der Grösse und des Zeichens der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* setzt uns daher vollkommen in Stand, das Mischungsverhältniss zu ermitteln, dem diese bestimmte Grösse und Orientirung der Auslöschungsschiefe zukommt.

Dass diese Unterscheidung auf rein optischem Wege auch praktisch durchführbar sei, wird aus dem Folgenden klar werden.

Spaltblättchen nach *P* und *M*, oder wenigstens Schliffe parallel zu den beiden Spaltflächen, wird man sich in den meisten Fällen auch von den in Gesteinen vorkommenden Feldspathen verschaffen können, sobald dieselben nur eine gewisse Grösse erreichen und nicht geradezu als Mikrolithe auftreten. Aus der Tafel IV wird ersichtlich, dass die Feldspathe aus der Labradorit-Anorthitreihe sowohl auf *P* als auf *M* grössere Auslöschungsschiefen besitzen, als alle vorhergehenden Mischungen; in diesem Falle wird also die Kenntniss der Grösse der Auslöschungsschiefe auf *P* oder *M* eine unzweideutige Bestimmung zulassen, und man braucht daher an die betreffenden Präparate blos die eine Anforderung zu stellen, dass sie die Kante *P*/*M* deutlich zeigen, während sie im übrigen ganz unregelmässig begrenzt sein dürfen.

In Betreff der Feldspathe aus der Albit-Labradoritreihe zeigt es sich hingegen, dass sowohl Albit und Labradorit, als auch Oligoklasalbit und gewisse Andesine, Oligoklas und ein anderer Theil der Andesine (und dementsprechend je zwei von den dazwischen liegenden Mischungen) auf *P* und *M* ungefähr gleich grosse Auslöschungsschiefen besitzen, die sich nur durch das Zeichen von einander unterscheiden. Man wird nun freilich deswegen Albit und Labradorit noch nicht zu verwechseln brauchen, indem die beiden auch auf andere Weise zu trennen sind. Wenn man sich jedoch lediglich auf eine optische Untersuchung beschränken wollte, dann müsste man in diesem Falle auch das Zeichen der Auslöschungsschiefe des betreffenden Feldspathes bestimmen. Auf *P* ist dies mit den grössten Schwierigkeiten verbunden, sobald nicht vollkommen ausgebildete

Digitized by Google

Krystalle vorliegen, und müsste unter Umständen als undurchführbar bezeichnet werden.

Dagegen gelingt die Bestimmung der Orientirung auf *M* in der Regel viel leichter. Man braucht hier nemlich blos darüber zu entscheiden, ob die der Kante *P*/*M* näherliegende Auslöschungsschiefe im Sinne der kürzeren oder der längeren Diagonale des von den horizontalen und verticalen Kanten gebildeten schiefwinkligen Parallelogramms verläuft, wozu die Spaltrisse parallel *P* und parallel dem verticalen Prisma genügende Anhaltspunkte liefern.

Wichtiger wird die optische Orientirung zur Unterscheidung der zwischen Labradorit und Albit liegenden Mischungen, wie der Oligoklasalbite und gewisser Andesine etc., welche sowohl optisch als chemisch einander näher stehen, als Labradorit und Albit. Gradezu angewiesen ist man darauf, wenn man zwei Feldspathe unterscheiden soll, welche an der Grenze zwischen Andesin und Oligoklas stehen und daher auch chemisch einander so ähnlich sind, dass es einer vollständigen Analyse bedürfte, sie zu trennen. Es kann in einem speziellen Falle vielleicht nebensächlich sein, zu wissen, ob man einen vorliegenden Feldspath noch als Oligoklas ansehen oder bereits als Andesin bezeichnen soll; allein wichtig ist es jedenfalls, zu wissen, dass diese beiden auf optischem Wege ebenso gut von einander getrennt werden können, wie irgend zwei andere benachbarte Mischungen, und dass der Name Andesin als Ausdruck für gewisse Mischungsglieder von einem bestimmten optischen Verhalten dieselbe Existenzberechtigung hat, wie der Name Oligoklas.

Wenn nun ein Feldspath vorliegt, dessen Auslöschungschiefe sowohl auf *P* als auf *M* nahezu Null ist, so wird man ihn als Oligoklas bezeichnen können, wenn auf *M* noch ein positiver, als Andesin hingegen, wenn auf *M* bereits ein negativer Werth der Auslöschungsschiefe nachweisbar ist.

Somit erscheint durch die Grösse der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* und durch die Berücksichtigung der optischen Orientirung auf *M* die Stellung des betreffenden Feldspathes in der Plagioklasreihe unzweideutig bestimmt.

Nur eines ist noch zu bedenken.

Die chemische Zusammensetzung irgend eines Plagioklasvorkommens ist nur der Ausdruck seines durchschnittlichen Mischungs-

Digitized by Google

verhältnisses und dieses braucht, wie mehrfach erwiesen wurde, an einer und derselben Stelle nicht nothwendig constant zu bleiben, sondern kann für Stücke desselben Fundortes innerhalb gewisser Grenzen schwanken.

Da nun oben gleichfalls erwiesen wurde, dass insbesondere die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* im geraden Verhältnisse mit der chemischen Zusammensetzung sich ändert, so ist es in einem solchen Falle ebenso unrichtig als unmöglich, von einem ganz bestimmten optischen Verhalten des betreffenden Vorkommens zu sprechen. Umgekehrt werden die über die Auslöschungschiefe gemachten Beobachtungen dann auf die Grenzen zurückschliessen lassen, in denen die Mischung sich bewegt.

Es erübrigt noch, wenigstens einen beiläufigen Begriff davon zu geben, welchen Grad von Genauigkeit man bei einem Rückschlusse von der beobachteten Auslöschungsschiefe auf die chemische Zusammensetzung des betreffenden Feldspathes in den meisten Fällen voraussichtlich erzielen wird.

Wenn die Beobachtungen vollkommen richtig sind, ist auch die Bestimmung vollkommen richtig, ihre Genauigkeit hängt also lediglich von den möglichen Beobachtungsfehlern ab, welche in der Handhabung des Instrumentes, in der Ungenauigkeit der Einstellbarkeit auf die Kante *P*/*M*, in der Abweichung der Präparate von *P* und *M* und in der schlechten Auslöschung des Materiales selbst ihren Grund haben können.

Es lässt sich annehmen, dass dieselben auf *M* bei nur halbwegs günstigem Materiale und einer auch nur minder sorgfältigen Untersuchung in der Regel $\pm$ 2° nicht überschreiten werden. Auf der Endfläche sind sie unter übrigens gleichen Umständen durchschnittlich kleiner, etwa nur halb so gross ($\pm$ 1°) anzunehmen, einmal deshalb, weil die vollkommenere Spaltbarkeit bessere Präparate gestattet und dann deshalb, weil die meist vorhandene Zwillingslamellirung eine schärfere Einstellung auf die Kante gewährt, respective, wenn die Zwilligsindividuen genügend breit sind, diese Einstellung überflüssig macht.

Aus den Differenzen der auf Seite 254 zusammengestellten, für die aufeinanderfolgenden Glieder der Plagioklasreihe berechneten Auslöschungsschiefen auf *P* und *M*, noch schneller aber aus der Betrachtung der beiden auf Tafel IV abgebildeten Kurven wird nun ersicht-

Digitized by Google

lich, dass bei einer Zunahme des Anorthitgehaltes um 5 Molekularprocente vom Albit angefangen bis in die Nähe des Bytownites die Auslöschungsschiefe auf *M* durchschnittlich um 3·466° sich ändert. Ein Beobachtungsfehler von ± 2° wird sonach im Resultate eine Aenderung von etwa ± 3 Procent hervorrufen können und wenn ich also aus der beobachteten Auslöschungsschiefe auf *M* einen Schluss auf die Zusammensetzung des betreffenden Feldspathes ziehe, so wird diese Bestimmung, unter den über die möglichen Fehlergrenzen der Beobachtung gemachten Voraussetzungen, möglicherweise vollkommen richtig, zum mindesten aber auf 3 Proc. genau sein.

Vom Bytownit an werden die einer Aenderung von 5 Procenten im Mischungsverhältnisse entsprechenden Aenderungen in der Grösse der Auslöschungsschiefe auf *M* immer kleiner und kleiner, bis sie endlich in der Nähe des Anorthites $^3/_{10}$ Grad betragen. Wenn man bedenkt, dass in diesem Theile der Plagioklasreihe die Beobachtungsfehler viel grösser sind, als in allen anderen, weil schon eine geringe Abweichung von *P* oder *M* grosse Aenderungen in der Auslöschungsschiefe zur Folge hat, so wird begreiflich, dass die Beobachtung der Auslöschungsschiefe auf *M* zu einer genaueren Bestimmung des procentischen Mischungsverhältnisses der Endglieder bei den Feldspathen der Bytownit-Anorthitreihe unbrauchbar ist.

Zum Glücke sind dagegen die Aenderungen, welche die Auslöschungsschiefe auf *P* durchmacht, wenn die Mischung ihren Anorthitgehalt um 5 Procent ändert, bei denselben Feldspathen auffallend gross — im Mittel 4·1°, so dass man bei Beobachtung der Auslöschungsschiefe auf *P* auch hier den gleichen Grad von Genauigkeit (bis ca. 3 Procent unter den gemachten Voraussetzungen) erreichen kann, wie wenn man bei Feldspathen aus der Albit-Bytownitreihe die auf *M* beobachtete Auslöschungsschiefe der Bestimmung zu Grunde legt.

Denn zu den grossen Aenderungen der Auslöschungsschiefe von 5 zu 5 Procent kommt noch der Umstand, dass die Beobachtungsfehler auf *P* im Allgemeinen ohnehin geringer als auf *M* und dass auch Präparate nach *P* in der Regel viel leichter zu beschaffen sind.

Digitized by Google

In Folge des letzterwähnten Umstandes kann der Fall eintreten, dass man überhaupt nur Spaltblättchen nach *P* besitzt, welche eine genauere Messung der Auslöschungsschiefe gestatten, während die nach *M* so unvollkommen sind, dass sie sich höchstens zur Bestimmung der optischen Orientirung (bei grossem Winkel) verwenden lassen. Wenn man lediglich auf Beobachtungen bezüglich der Auslöschungsschiefe auf der Endfläche angewiesen ist, dann wird die voraussichtlich erzielte Genauigkeit im Allgemeinen jedenfalls kleiner sein, wenn der Feldspath ein Zwischenglied aus der Albit-Bytownitreihe repräsentirt, als wenn er der Bytownit-Anorthitreihe angehört und zwar desto kleiner, je mehr der Feldspath den eigentlichen Oligoklasen sich nähert.

In der Reihe zwischen Albit und Andesin ist nemlich die Genauigkeit der Bestimmung unter übrigens gleichen Umständen ungefähr halb so gross, wenn man sich auf Beobachtungen bezüglich der Endfläche stützt, als wenn man von Beobachtungen auf der Längsfläche ausgeht, denn die Aenderungen der Auslöschungsschiefe, welche einer Aenderung des Mischungsverhältnisses um 5 Procent entsprechen, betragen in diesem Theile der Plagioklasreihe durchschnittlich 0·897°, so dass ein Beobachtungsfehler von $\pm$ 1° eine Aenderung im Resultate von circa 6 Procent bewirken kann.

Man wird nach dem Vorausgeschickten bei Feldspathen aus der Albit-Bytownitreihe auf die Beobachtungen der Auslöschungsschiefe an Präparaten parallel *M*, bei Feldspathen der Bytownit-Anorthitreihe hingegen auf die Beobachtungen an Präparaten parallel *P* das Hauptgewicht legen müssen.

Es versteht sich von selbst, dass hier nur ein durchschnittliches Mass der möglichen Fehlergrenzen der Beobachtung gegeben wurde; dieselben können bei ungünstigeren Umständen und flüchtiger Untersuchung bedeutend grösser werden, andererseits aber umgekehrt auf ein viel geringeres Mass zurückgeführt werden, wodurch die Genauigkeit der Bestimmung des betreffenden Plagioklases sich bedeutend erhöht.

Aus dem Gesagten ergeben sich für die praktische Durchführung der Bestimmung der in Gesteinen vorkommenden Plagioklase auf optischem Wege folgende Hauptpunkte:

Digitized by Google

I. Herstellung von Präparaten möglichst genau parallel *P* und *M*, im ersteren Falle womöglich mit recht breiten Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, oder solchen, in denen wenigstens das eine Individuum vorherrscht, im zweiten möglichst frei von allen Störungen.

Wenn das Material die Herstellung von Spaltblättchen gestattet, so sind diese den Schliffen jedenfalls vorzuziehen; dies gilt ganz besonders bezüglich *P*.

Ist die Spaltbarkeit parallel *M* sehr unvollkommen, so trachte man danach, wenigstens eine möglichst ebene Spaltfläche zu bekommen und die noch vorhandenen Unebenheiten durch Anschleifen auszugleichen. Vor und nach dem Anschleifen ist jedoch womöglich der Spaltwinkel zwischen *P* und *M* zu messen, damit man über die Lage der Schlifffläche gegen das Hauptindividuum sowie über etwaige störende Zwillingsbildungen Aufschluss erhält. Auf die angeschliffene Fläche aufgeklebt und von der anderen Seite her dünngeschliffen, lässt sich das Präparat dann unter Umständen viel besser verwenden als Spaltblättchen parallel *M*.

II. Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M*. In dieser Beziehung verweise ich auf die bei den einzelnen Gruppen im vorigen Abschnitte hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten. Hier sei blos daran erinnert, dass man auf *P* im Falle einer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz bei genügender Breite beider Individuen am besten daran thut, den Winkel, welchen die Hauptschwingungsrichtungen der beiden Individuen einschliessen — die doppelte Auslöschungsschiefe — zu bestimmen. Ist das eine System nur andeutungsweise vorhanden, so dient der Verlauf der Streifung wenigstens zur Einstellung der Kante *P*/*M*. Auf *M* lassen sich die Spaltrisse nach *P* meist zu gleichem Zwecke verwenden, unter Beobachtung der wegen der oben besprochenen Ausbildungsweise des Rath'schen Gesetzes gebotenen Vorsicht.

III. Das bezüglich der richtigen Deutung der gemachten Beobachtungen einzuschlagende Verfahren und die Verhältnisse, welche dabei hauptsächlich in Betracht zu ziehen sind, wird aus folgendem Beispiele klar werden.

Gesetzt, es hätte Jemand auf Spaltungsstücken parallel *P* die Grösse der Auslöschungsschiefe $= 3^\circ\ 54' = 3{\cdot}9^\circ$, auf Spaltungsstücken parallel *M* $= 17^\circ\ 54' = 17{\cdot}9^\circ$ gefunden. (Man vergleiche damit die über den Albit von Schmirn oben gemachten Mittheilun-

Digitized by Google

gen.) Mit den gefundenen Zahlenwerthen wird er nun in die auf Tafel IV gezeichneten beiden Auslöschungskurven eingehen und die Abscissen aufsuchen müssen, welche der Theorie zufolge zu den beobachteten Werthen auf P und M gehören, wenn diese mit den Ordinaten der entsprechenden Kurven identificirt werden.

Diese Abscissen geben ihm direct den Gehalt der Mischung an Anorthitsubstanz in Molekularprocenten an, und zwar mit der oben besprochenen voraussichtlichen Genauigkeit.

So könnte in unserem gegebenen Beispiele aus der auf P beobachteten Auslöschungsschiefe für sich allein der Schluss gezogen werden, dass der untersuchte Feldspath 6·8 Molekularprocente Anorthit enthält, demnach, wie aus der Tafel IV (unten) gleichfalls ersichtlich ist, einer Mischung $Ab_{12}\,An_1$ nahesteht, indem der Zeichnung zufolge für $y = 3{\cdot}9$ (auf P) $x = 6{\cdot}8$ beträgt. Diese Bestimmung wäre möglicherweise vollkommen richtig, jedenfalls mindestens auf 6 Procent genau, nach den über die möglichen Fehlergrenzen der Beobachtung oben gemachten Voraussetzungen.

Mit grösserer voraussichtlicher Genauigkeit liesse sich schon aus der Beobachtung auf M für sich allein die chemische Zusammensetzung des untersuchten Vorkommens bestimmen. Die Zeichnung ergibt für $y = 17{\cdot}9$ auf M $x = 4{\cdot}1$, was einer Mischung entspricht, die ungefähr die Mitte hält zwischen reinem Albitfeldspath und $Ab_{12}\,An_1$. Die erzielte Genauigkeit wäre unter übrigens gleichen Umständen hier doppelt so gross wie auf P, die Bestimmung daher höchstens um $\pm$ 3 Procent gefehlt, wenn auf Grund der Beobachtung auf M die Behauptung ausgesprochen würde, dass der betreffende Feldspath 4·1 Molekularprocente Anorthit enthält.

Mit dieser Annäherung an die Wirklichkeit wird sich der Petrograph wohl in den meisten Fällen begnügen können — bei etwas ungünstigem Materiale auch begnügen müssen.

IV. Wenn man jedoch, wie in vorliegendem Beispiele, sowohl über Beobachtungen auf P als über solche auf M verfügt, dann wird es nothwendig sein, dieselben miteinander zu vergleichen. Der Vergleich kann ein zweifaches Resultat ergeben:

a) Die für die Auslöschungsschiefe auf P und M gefundenen Werthe liegen, wenn man sie als Ordinaten auffasst, in beiden Kurven über dem Endpunkt derselben Abscisse, das heisst, sie gehören zu einander, wie dies nach der Theorie eigentlich immer

Digitized by Google

stattfinden sollte. In diesem seltenen Falle gewährt die beiden Beobachtungen gemeinsame Abscisse einen sehr sicheren Anhaltspunkt für die Bestimmung der wahrscheinlichsten procentischen Zusammensetzung des untersuchten Feldspathes.

b) Die für die Auslöschungsschiefe auf P und M gefundenen Werthe gehören nicht zu einander, sie entsprechen, als Ordinaten genommen, zwei verschiedenen Abscissen der beiden auf Tafel IV abgebildeten Kurven. So entspricht in unserem gewählten Beispiele $y = 3{\cdot}9$ (beobachtet auf P) $x = 6{\cdot}8$, $y = 17{\cdot}9$ (beobachtet auf M) $x = 4{\cdot}1$ und die Differenz der beiden Abscissenaxen beträgt $d = 6{\cdot}8 - 4{\cdot}1 = 2{\cdot}7$.

Es können, wenn von der Möglichkeit eines Schwankens der chemischen Zusammensetzung in den verschiedenen untersuchten Stücken vorläufig abgesehen wird, nicht beide für die Abscissen ermittelten Werthe zugleich richtig sein. Entweder ist der eine richtig und der andere zu corrigiren, oder es ist der zweite richtig und der erste zu corrigiren, oder endlich keiner von beiden, sondern ein dazwischen liegender Werth als richtig anzusehen und sind die beiden andern danach zu corrigiren. Ist die Differenz der beiden Abscissen ihrem absoluten Werthe nach (oder mit Rücksicht auf die Beobachtungsfehler) sehr klein, dann kann diese Correction in beliebiger Weise vorgenommen werden [1]). Ist ihr Werth aber ein etwas grösserer, dann sind folgende Fälle zu unterscheiden:

Wenn mit fM die Grenzwerthe der als möglich angenommenen Beobachtungsfehler auf M, mit $\varphi\mu$. die Aenderungen in der Bestimmung der Abscisse bezeichnet werden, welche dieselben hervorrufen können und desgleichen mit fP die auf P möglichen Fehlergrenzen und mit $\varphi\pi$ die ihnen entsprechende Aenderung in der Abscisse, so kann:

1. $d < \varphi\mu$, $\varphi\mu < \varphi\pi$, wie in der Albit-Bytownitreihe, resp. $d < \varphi\pi$, $\varphi\pi < \varphi\mu$, wie in der Bytownit-Anorthitreihe,
2. $\varphi\mu < d < \varphi\pi$, $\varphi\pi > \varphi\mu$ vorausgesetzt,
3. $\varphi\pi < d \leq (\varphi\mu + \varphi\pi)$, $\varphi\pi > \varphi\mu$ vorausgesetzt,
4. $d > (\varphi\mu + \varphi\pi)$ sein.

[1]) Man wird beispielsweise den am sorgfältigsten ermittelten Werth oder einen solchen, welcher vermöge der Güte des Präparates am meisten Vertrauen zu verdienen scheint, als den richtigen ansehen und den zweiten danach corrigiren.

Digitized by Google

1. Wenn in unserem gewählten Beispiele für die Beobachtungsfehler der grösste durchschnittliche Werth angenommen wird, also $fM = \pm 2^0$ entsprechend $\varphi\mu \pm 3$ (Procent des Mischungsverhältnisses), $fP = \pm 1^0$ daher $\varphi\pi \pm 6$, dann liesse sich dasselbe unter den ersten der hier betrachteten Fälle subsumiren, indem $d = 6{\cdot}8 - 4{\cdot}1 = 2{\cdot}7$ und $2{\cdot}7 < 3 < 6$.

In diesem Falle wäre es gestattet, zur Ausgleichung und Erklärung der Differenz entweder die Beobachtung auf M als richtig anzunehmen und die auf P danach zu corrigiren, oder umgekehrt. Man wird es natürlich vorziehen, an jener Beobachtung festzuhalten, deren Benützung einen höheren Grad von Genauigkeit zulässt, in unserem Beispiele an der auf M, weil $\varphi\mu$ in diesem Theile der Plagioklasreihe kleiner als $\varphi\pi$.

Allein, selbst wenn man hier durch besondere Umstände gezwungen würde, auf die Beobachtung auf P ein grösseres Gewicht zu legen und diese beizubehalten, so würde sich aus dem Vergleiche der beiden Beobachtungen wenigstens eine grössere Zuversicht in die Richtigkeit der Bestimmung ergeben, als wenn die Beobachtung auf P für sich betrachtet worden wäre. Denn es ist der Gedanke sehr naheliegend, dass sowohl auf P als auf M ein Beobachtungsfehler begangen sei, und zwar auf M ein positiver, auf P ein negativer, weil der erste Werth im Verhältniss zum zweiten zu gross, der zweite im Verhältniss zum ersten zu klein gefunden wurde. Ich werde also im vorliegenden und in allen ähnlichen Fällen der Wahrheit voraussichtlich mich noch mehr nähern, wenn ich weder 6·8, noch 4·1, sondern einen dazwischen liegenden Werth der Abscisse bei der Bestimmung der chemischen Zusammensetzung meines Feldspathes als massgebend ansehe, wobei sich für keinen der zwischen 6·8 und 4·1 liegenden Punkte (unter den gemachten Voraussetzungen) ein Vorrecht ergäbe.

2. Wenn jedoch in unserem gewählten Beispiele die Beobachtungsfehler nur halb so gross angenommen werden als gewöhnlich [1]), also:

[1]) Es braucht nicht erst erwähnt zu werden, dass diese zweite Annahme hier noch viel eher zutrifft, als die erste, nachdem durch die Sorgfalt der Beobachtung und die verhältnissmässige Güte des Materiales bei der Untersuchung des Albites von Schmirn die Beobachtungsfehler auf ihr geringstes Mass zurückgeführt erscheinen.

Digitized by Google

$fM = \pm 1^{\circ}$ entsprechend $\varphi\mu = \pm 1{\cdot}5$ (Procent) und
$fP = \pm 0{\cdot}5$ entsprechend $\varphi\pi = \pm 3$,

dann lässt sich dasselbe unter den zweiten der aufgezählten Fälle subsumiren, weil dann d zwischen $\varphi\pi$ und $\varphi\mu$ liegt, indem

$$1{\cdot}5 < 2{\cdot}7 < 3 \text{ ist.}$$

Dann ist es aber nicht mehr gestattet anzunehmen, die Beobachtung auf P sei richtig und blos auf M ein Beobachtungsfehler begangen; denn letzterer ist wohl noch im Stande eine Differenz von $\pm 1{\cdot}5$ hervorzurufen, nicht aber die Differenz 2·7 zu erklären. Dagegen würde die Annahme, die Auslöschungsschiefe auf M sei richtig beobachtet, die Differenz lediglich durch Beobachtungsfehler auf P hervorgerufen, den Voraussetzungen nicht widersprechen, da $\varphi\pi > d$ ist. Doch wird es unter diesen Umständen noch viel wahrscheinlicher als vorhin, dass ein Zwischenwerth zwischen den Abscissen 6·8 und 4·1 der richtige sei.

Hinsichtlich dieses Zwischenwerthes existirt aber bereits eine Beschränkung; derselbe darf nemlich von der Abscisse, welche der Beobachtung auf M entspricht, nicht u m m e h r als um $\varphi\mu$ abweichen. In jenem Theile der Plagioklasreihe, wo $\varphi\pi < \varphi\mu$, wäre $\varphi\pi$ ausschlaggebend.

3. Wenn $\varphi\pi < d \leqq (\varphi\mu + \varphi\pi)$, $\varphi\pi > \varphi\mu$, dann ist man geradezu genöthigt, s o w o h l auf P als auf M einen Beobachtungsfehler als begangen anzunehmen, und zwar auf beiden einen entgegengesetzten, wofern man die Differenz der aus beiden Beobachtungen folgenden Resultate erklären will.

Im Falle die Differenz dieser Resultate gleich der Summe der durch die Beobachtungsfehler möglicherweise hervorgebrachten Aenderungen in der Abscisse ist, dann gibt es natürlich nur einen Punkt auf der Abscissenaxe, welcher beiden Beobachtungen gleichzeitig entspricht und welcher dem untersuchten Vorkommen auch sehr wahrscheinlich zukommt. Sind mehrere Spaltblättchen untersucht worden, so werden sich unter den Mittelwerthen der Einzelbeobachtungen, im anderen Falle wenigstens unter den Einzelbeobachtungen selbst immer Werthe finden, welche dem auf solche Weise ermittelten Punkte als Ordinaten entsprechen.

4. Wenn die Beobachtung sehr sorgfältig und das Material in jeder Hinsicht sehr günstig war und trotzdem bezüglich der Beob-

Digitized by Google

achtungen auf P und M eine Differenz des Resultates sich ergibt, welche sich nicht mehr auf blosse Beobachtungsfehler zurückführen lässt, selbst wenn diese Beobachtungsfehler sehr gross angenommen werden, kurz wenn $d > (\varphi\mu + \varphi\pi)$, dann erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass das betreffende Vorkommen in den verschiedenen untersuchten Stücken eine schwankende Zusammensetzung zeige.

In solchem Falle wird man die Distanz der den gefundenen Werthen entsprechenden Abscissen unter Berücksichtigung der den Umständen entsprechenden Beobachtungsfehler zuerst gegenseitig verringern und hierauf die auf solche Weise einander näher gebrachten Abscissen als die Grenzwerthe des Mischungsverhältnisses ansehen dürfen, zwischen denen die Zusammensetzung des betreffenden Feldspathes schwankt.

Die Grenze der voraussichtlichen Genauigkeit, welche die Bestimmung beanspruchen darf, ergibt sich in jedem speziellen Falle aus ähnlichen Ueberlegungen wie oben.

V. Hat man auf die eine oder andere Weise ermittelt, welche Abscisse den an dem untersuchten Vorkommen gemachten Beobachtungen am besten entspricht, dann ist das Mischungsverhältniss des betreffenden Feldspathes in Molekularprocenten seines Anorthitgehaltes aus der Tafel IV unmittelbar abzulesen.

Man kann das Resultat auch in der Weise ausdrücken, dass man von den am unteren Rande der Tafel in entsprechender Weise beigefügten Mischungsformeln ($Ab_n An_o$) diejenigen angibt, zwischen welchen der untersuchte Feldspath der ermittelten Abscisse zufolge zu liegen kommt.

Diese Bestimmungsweise wird in den meisten Fällen auch die möglichen Beobachtungsfehler in sich schliessen, und daher keine grössere Genauigkeit beanspruchen, als sie voraussichtich auch wirklich besitzt.

VI. Gesetzt, es hätte Jemand einen Feldspath sowohl optisch als chemisch untersucht und wollte die gefundenen Resultate mit einander vergleichen.

Es wird in der Regel genügen, in der eingangs des III. Abschnittes abgedruckten Tabelle von Tschermak nachzusehen, zwischen welchen der angegebenen Mischungen $Ab_n An_o$ die chemische Zusammensetzung der Analyse zufolge schwankt, und ebenso

Digitized by Google

nach dem vorhin geschilderten Verfahren die Mischungen zu ermitteln, zwischen welchen sich der untersuchte Feldspath nach den bezüglich der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* gemachten Beobachtungen einreihen lässt.

Die beiden Bestimmungen stimmen vollständig, theilweise oder gar nicht überein, je nachdem sich die von ihnen (unter Berücksichtigung der möglichen Fehlergrenzen) für den betreffenden Feldspath in Anspruch genommenen Theile der Plagioklasreihe vollständig, theilweise oder gar nicht decken.

VII. Wenn man über Präparate parallel *M* und *P* verfügt, welche eine Beobachtung im convergenten Lichte gestatten, dann kann man sich dadurch die Bestimmung der Hauptgruppen, in welche der betreffende Feldspath gehört, natürlich sehr wesentlich erleichtern. Man braucht die Resultate der Beobachtung blos mit den auf Tafel II abgebildeten Interferenzbildern zu vergleichen.

Auch die Berücksichtigung der über das Vorkommen und die Ausbildungsweise des Rath'schen Gesetzes oben gemachten Mittheilungen wird unter Umständen gute Dienste leisten.

Wenn die Feldspathe als Mikrolithe in Gesteinen auftreten, dann ist es allerdings unmöglich, Präparate nach *P* und *M* herzustellen.

Es ist meine Ueberzeugung, dass man in diesem Falle, wenigstens vorläufig, auf jede nur einigermassen genaue Bestimmung derselben überhaupt verzichten müsse.

Michel Lévy ist jedoch der entgegengesetzten Ansicht, indem er am Schlusse seiner öfters citirten Arbeit „De l'emploi de microscope polarisant à lumière parallèle, pag. 467", den Satz aufstellt, dass man die Bestimmung gewisser Feldspathmikrolithe (mit Längsstreckung nach der Kante *P*/*M*) selbst in Gesteinsdünnschliffen auf eine schnelle und leichte Art bis zu grosser Genauigkeit durchführen könne, wofern nur kein Gemenge verschiedener Spezies vorliege oder dieselben sich wenigstens in bestimmte Kategorien bringen lassen.

Man wird sich daher veranlasst fühlen, wenigstens dort, wo die oben besprochene Bestimmungsweise nicht durchführbar ist, von der von Michel Lévy vorgeschlagenen Methode Gebrauch zu machen, welche auf den ersten Blick überhaupt viel bequemer

Digitized by Google

und weniger mühsam erscheint, als die Untersuchung von Präparaten parallel P und M.

Aus diesem Grunde ist es nöthig, sich darüber Rechenschaft zu geben, welches Resultat man bei Anwendung derselben erwarten darf.

Die Methode von Michel Lévy stützt sich auf die Thatsache, dass die Auslöschungsschiefe der Feldspathe, bezogen auf die Zonenkante der beiden Zonen P/M und P/k, auf sämmtlichen Schnitten dieser Zonen zwischen Null und einem Maximalwerth variirt, welcher Maximalwerth für die verschiedenen Feldspathe selbst verschieden gross ist.

Die Grenzen dieser Variationen hat Michel Lévy für die beiden Zonen P/M (End- zur Längsfläche) und P/k (End- zur Querfläche, statt deren er bei den triklinen Feldspathen die Zone senkrecht zu M betrachtet) zu berechnen gesucht und die Resultate pag. 467 in einer Tabelle zusammengefasst, deren wesentlichster Theil hier wiedergegeben werden soll.

Feldspathe	Zone P/M. Auslöschungsschiefe gegen die Zonenkante (Trace von P).	Zone P/M. Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz.	Zone senkrecht zu M. Auslöschungsschiefe gegen die Zonenkante (resp. die Trace von M).
	1.	2.	3.
Orthoklas . .	0° . . . . 5°	0°	0° . .
Mikroklin . .	0° . . . . 16°	0° . . . . 31°	0° . . 18°
Albit	0° . . . . 19°	0° . . . . 12°	0° . . 15° 45′
Oligoklas . .	0° . . . . 2°	0° . . . . 3°	0° . . 18° 30′
Labradorit . .	0° . . . 17° oder . . 27°	0° . . . . 18°	0° . . 31° 15′
Anorthit . . .	0° . . über 30°	0° . . über 40°	0° . über 37° 21′

Vorausgesetzt, dass vorstehende Tabelle den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, und vorausgesetzt, dass man nicht nur über Zonenschnitte der Zone P/M oder P/k verfügt, sondern auch die wirklichen Maximalwerthe der Auslöschungsschiefen gegen die

Digitized by Google

Zonenkante auf ihnen beobachtet, so ist man in der That im Stande, durch Vergleich der Beobachtung mit der Tabelle darüber zu entscheiden, ob der betreffende Feldspath dem Anorthit, dem Labradorit, dem Oligoklas oder dem Albit, kurz welchem der vier häufigsten Plagioklas-Mischungen er näher steht.

Ob Mittelglieder zwischen diesen Hauptgruppen im Gesteine vertreten sind, wäre auf diese Weise auch vom theoretischen Standpunkte aus nicht zu entscheiden; indessen wäre es jedenfalls für die Eintheilung der Gesteine schon sehr wichtig, wenn man im Stande wäre, die vier Hauptgruppen mit Sicherheit zu erkennen.

Allein von einer Sicherheit oder irgend welcher im Voraus bestimmbaren Genauigkeit kann hiebei nicht die Rede sein, wie schon eine flüchtige Prüfung ergibt.

Die ersten Schwierigkeiten liegen in den Beobachtungsfehlern, welche hier, weil man bei der Kleinheit des Materiales zu bedeutenden Vergrösserungen Zuflucht nehmen muss, sehr beträchtlich werden können.

Weitere Schwierigkeiten macht die Erkennung der Zonenschnitte P/M und P/k. Michel Lévy hat allerdings mit Recht hervorgehoben, dass die Feldspathmikrolithe in gewissen Gesteinen wie Melaphyren, Basalten, Porphyriten, Trachyten und Phonolithen sehr häufig nach der Kante P/M langgestreckt sind und es ist auch ganz richtig, dass bei einer solchen Ausbildungsweise nur jene Durchschnitte im Schliffe deutlich hervortreten, welche beiläufig in dieser Zone liegen. Die Zahlen der obigen Tabelle haben jedoch nur dann vollständige Giltigkeit, wenn die untersuchten Schnitte von der genannten Zone nicht abweichen. Am charakteristischesten zur Unterscheidung der vier hauptsächlichsten triklinen Feldspatharten erscheinen noch die in der Columne 2 aufgeführten Zahlen; allein es ist leicht begreiflich, dass gerade der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz schon bei derartigen Abweichungen aus der Zone, welche noch zu unbedeutend sind, um bemerkt zu werden, sich so bedeutend ändern kann, dass Irrthümer und Verwechslungen nicht mehr ausgeschlossen sind.

In jenem ebenso häufigen Falle, wo man es mit Feldspathleisten von unregelmässiger Begrenzung und allseitiger Ausdehnung zu thun hat, wie in einer grossen Zahl von granitischen oder gra-

Digitized by Google

nulitischen, dioritischen oder diabasischen Gesteinen etc., verweist Michel Lévy auf die Beobachtung von Schnitten, welche in der Zone *P/k*, respective in einer zu *M* senkrechten Zone liegen.

Der Theorie zufolge ist diese Zone im Falle des Vorhandenseins von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz dadurch charakterisirt, dass die Auslöschungsschiefe auf allen Schnitten der Zone völlig symmetrisch zur Zwillingsgrenze erfolgt.

In Folge der Beobachtungsfehler ist jedoch diese Thatsache nur sehr schwierig zu constatiren und wenn man sich damit begnügt, solche Schnitte als der Zone angehörig zu betrachten, in denen die Verschiedenheit rechts und links von der Zwillingsgrenze nicht sehr bedeutend ist, so werden damit möglicherweise Schnitte in den Bereich der Untersuchung gezogen, deren Abweichung von der Zone hinreicht, um die Grenzen der Auslöschungsmaxima, welche in der Columne 3 aufgeführt sind, für mehrere Feldspathe einander vollständig zu nähern.

Noch unsicherer gestalten sich die Verhältnisse, wenn die erwähnte Zwillingsbildung fehlt, weil dann der Umstand, dass die Schnitte dieser Zone in der Regel einen rechtwinkligen Umriss zeigen, den einzigen Anhaltspunkt gewährt, dieselben zu erkennen.

Angenommen jedoch, man habe in seinen Gesteinsdünnschliffen Durchschnitte gefunden, welche genau in einer der beiden eben besprochenen Zonen liegen, und die Auslöschungschiefe gegen die Zonenkante mit aller Genauigkeit bestimmt. Selbst wenn also von den möglichen Beobachtungsfehlern abgesehen würde, so wäre ein Vergleich zwischen dem beobachteten und dem in obiger Tabelle enthaltenen Maximum nur dann und unter der Voraussetzung zutreffend, dass jener Schliff, an welchem der grösste Werth der Auslöschungsschiefe beobachtet wurde, auch wirklich identisch sei mit jener der Zone angehörigen Ebene, welcher die grösste theoretische Auslöschungsschiefe zukommt.

Um über diesen Punkt, ob das beobachtete Maximum mit einem theoretischen zusammenfällt, nur einige Wahrscheinlichkeit zu erlangen, ist es nöthig, eine sehr grosse Anzahl von Zonenschnitten bezüglich ihrer Auslöschungsschiefe zu untersuchen, was allein schon die Bequemlichkeit vorstehender Methode bedeutend verringert. Gewissheit darüber wird man sich jedoch auf keine Weise verschaffen können.

Digitized by Google

Und doch kann der eben erwähnte Umstand hinreichen, die ganze Bestimmung illusorisch zu machen.

Vorstehende Betrachtungen haben sämmtlich zur stillschweigenden Voraussetzung, dass die in obiger Tabelle angegebenen Zahlenwerthe der Wahrheit möglichst nahekommen. Allein bei näherer Prüfung zeigt es sich, dass diese Daten, welche der Methode von Michel Lévy zur Grundlage dienen, nur in sehr beschränktem Masse als genau angesehen werden dürfen.

Die Bestimmung der Variationen der Auslöschungsschiefen auf Schnitten einer gewissen Zone irgend eines der Plagioklase setzt nemlich die genaue Kenntniss der Lage der beiden optischen Axen gegen die Zonenkante voraus, respective die Kenntniss der krystallographischen Orientirung sei es der Axenebene, sei es der optischen Elastizitätsaxen oder die Kenntniss des wahren Axenwinkels, in letzteren Fällen gleichzeitig noch die Kenntniss der Auslöschungsschiefe auf einer oder der anderen Ebene der Zone.

Michel Lévy hat sich in dieser Beziehung lediglich der von Des Cloizeaux darüber gelieferten Daten bedient, welche oben bereits zum grössten Theile mitgetheilt wurden. Ueber den Grad von Zuverlässigkeit und Genauigkeit, welchen gewisse dieser Angaben beanspruchen dürfen, und welcher bei den Feldspathen vorläufig überhaupt darin erreicht werden kann, wurde bei Besprechung der einzelnen Plagioklase, namentlich des Albites und Labradorites, das Nöthige ebenfalls bereits mitgetheilt.

Allein, abgesehen davon, dass es sich zeigte, dass die wenigsten dieser Angaben geeignet seien, eine mathematisch genaue Behandlung des Gegenstandes zu gestatten, sind dieselben auch in den meisten Fällen für den von Michel Lévy verfolgten Zweck nicht ausreichend.

Um eine Lösung des Problems überhaupt zu ermöglichen, sieht sich derselbe gezwungen, bei Verwendung dieser ohnehin annähernden Daten noch weitere Annahmen zu machen und mit einer weiteren Annäherung an die Wirklichkeit sich zu begnügen.

So denkt er sich im Mikroklin (pag. 457) das Elastizitätsellipsoid um die zweite Mittellinie um einen Winkel von 5° gedreht, bis die Zonenkante *P*/*M* in die Ebene der beiden Mittellinien zu liegen kommt, beim Albit (pag. 460) eine Drehung desselben um einen Winkel von 4° 28′, beim Labradorit (pag. 461) eine ähnliche

Digitized by Google

um einen Winkel von 6° ausgeführt, und zwar in den beiden letzten Fällen um die Durchschnittslinie einer zur spitzen Bissectrix senkrechten mit einer zur Kante *P/M* senkrechten Ebene, wobei die Kante *P/M* in den durch die zweite Mittellinie und die Axe der mittleren Elastizität gehenden Hauptschnitt fällt.

Die damals noch sehr unvollständige Kenntniss des optischen Verhaltens des Anorthites gestattete weder eine genauere Angabe der Lage der Axenebene desselben, noch den Versuch einer mathemathischen Behandlung.

Vorstehende Betrachtungen sind gewiss nicht danach angethan, bezüglich der Resultate, welche man auf dem von Michel Lévy vorgeschlagenen Wege zu erwarten hat, grosses Vertrauen zu erwecken.

Nur im Falle sämmtliche der untersuchten Zonenschnitte *P/M* oder *P/k* eine sehr geringe Auslöschungsschiefe gegen die Zonenkante besitzen und namentlich auch der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz durchwegs sehr klein gefunden wird, wird man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandensein eines oligoklasähnlichen, im Falle die betreffende Auslöschungsschiefe und der betreffende Winkel sehr gross gefunden wird und den in der obigen Tabelle angegebenen Minimalwerth überschreitet, hingegen auf das Vorhandensein eines anorthitähnlichen Feldspathes schliessen dürfen, in allen übrigen Fällen, wo die beobachteten Werthe sich zwischen diesen Extremen bewegen, sind die Irrthümer, welche unter nur einigermassen ungünstigen Umständen eintreten können, so gross, dass man auf jede Sicherheit in der Bestimmung von vorneherein verzichten muss, selbst wenn es sich nur darum handelt, zwischen den vier Hauptgruppen der triklinen Feldspathe eine Entscheidung zu treffen.

Mit Rücksicht darauf kann man sich schon damit nicht sehr einverstanden erklären, die eben besprochene Unterscheidungsweise der Mikrolithe der Classification der Eruptivgesteine zu Grunde zu legen, wie dies von Michel Lévy und Fouqué in jüngster Zeit geschehen ist.

Noch entschiedener muss aber jeder Einwand gegen die Tschermak'sche Theorie zurückgewiesen werden, welcher auf die Resultate der erwähnten Methode sich stützt.

Digitized by Google

Wenn daher pag. 204 der „Introduction à l'Etude de Roches Eruptives Françaises" von Fouqué und Michel Lévy hervorgehoben wird, dass die mikroskopische Analyse zahlreicher Feldspathgesteine, insbesondere jener von Santorin, verbunden mit der gründlichen chemischen Untersuchung ihrer Gemengtheile es nicht gestatte, die Tschermak'sche Theorie anzunehmen, weil es sich zeige, dass man es in der That jedesmal mit mehreren Feldspathen zu thun habe, welche in dünnen Platten, jeder für sich, die ihnen eigenthümlichen optischen Eigenschaften zeigen, so oft man nicht zu der genauen chemischen Zusammensetzung von Labradorit und von Oligoklas gelange, und dass dieser Beweis bei Mischungen von Labradorit und Anorthit besonders leicht sei, weil die mikroskopischen Krystalle des letzteren Feldspathes durch heisse Chlorwasserstoffsäure leicht angreifbar sind — so ist dagegen zu bemerken, dass in allen diesen Fällen das Vorhandensein von Zwischengliedern zwischen den vier hauptsächlichsten triklinen Feldspatharten durch nichts ausgeschlossen erscheint, dass man jedoch mit Hilfe der Methode von Michel Lévy überhaupt nicht im Stande sei, dieselben als solche zu erkennen oder nachzuweisen.

Nun haben aber gerade die zahlreichen, in der gegenwärtigen Schrift mitgetheilten Untersuchungen im parallelen und convergenten polarisirten Licht, ausgeführt an Stücken, bei denen von einem groben und mechanischen Gemenge mehrerer Feldspatharten keine Rede sein kann, in vollkommener Uebereinstimmung mit den von Des Cloizeaux darüber gelieferten Daten, nicht nur die Existenz von optischen Zwischengliedern über allen Zweifel erhoben, sondern auch den Beweis geliefert, dass die in der Natur vorkomkomenden Kalknatronfeldspathe in optischer Hinsicht eine ganz analoge Reihe bilden, wie nach allen ihren übrigen Eigenschaften.

Dieses Resultat ist aber gerade deswegen von so ausserordentlicher Wichtigkeit, weil eben die Plagioklase als Beispiele isomorpher Mischungen trikliner Substanzen ein ganz besonderes Interesse beanspruchen.

Senarmont hat seinerzeit[1]) eine Anzahl von isomorphen Substanzen (meist künstliche Salze) aus dem tetragonalen,

[1]) Poggend. Annalen der Physik und Chemie, 1852, 86, 162. S. 35 und S. 70 bis 77.

Digitized by Google

hexagonalen, rhomboëdrischen, rhombischen und monoklinen System hinsichtlich der Erscheinungen ihrer Doppelbrechung näher untersucht und schliesslich auf Grund der an Mischlingskrystallen, namentlich der beiden (Kali- und Ammoniak-) Seignettesalze, gemachten Erfahrungen den Satz ausgesprochen, dass die optischen Eigenschaften eines gemischten Salzes schwankend seien und denen des herrschenden Bestandtheiles sich nähern.

Da nun für die Kalknatronfeldspathe ein ganz ähnliches Verhalten nachgewiesen wurde, indem auch hier jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Endglieder ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht, welches demgemäss bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert, so scheint der von Senarmont aufgestellte Satz auch für trikline Substanzen, kurz ganz allgemein Geltung zu haben.

Sehr lehrreich ist besonders ein Vergleich zwischen der von den beiden Seignettesalzen gebildeten Mischungsreihe und der Reihe der Kalknatronfeldspathe.

Obzwar beide in der Hauptsache übereinstimmen, indem sowohl hier als dort ein stetiger und allmäliger Uebergang aus dem optischen Charakter des Anfangsgliedes in denjenigen des Endgliedes stattfindet, ist doch die Art und Weise, in welcher dieser Uebergang sich vollzieht, vermöge des Umstandes, dass die erstere Reihe dem rhombischen, die letztere dem triklinen Krystallsystem angehört, eine wesentlich verschiedene.

Der rhombischen Symmetrie zufolge müssen die drei optischen Elastizitätsaxen mit je einer der krystallographischen Axen ihrer Richtung nach zusammenfallen; es kann also, abgesehen von der Grösse der Doppelbrechung, resp. von der absoluten Grösse des mittleren Brechungsquotienten, ein Unterschied im optischen Verhalten zweier rhombischer Substanzen nur insoferne bestehen, als die Axen der grössten, kleinsten und mittleren Elastizität im Krystalle gleichsam ihre Plätze gegenseitig vertauscht haben.

So haben auch die beiden Seignettesalze, das weinsaure Natron-Kali und das weinsaure Natron-Ammoniak, eine ganz ähnliche Doppelbrechung, eine ganz ähnliche Axendispersion ($\rho > \upsilon$), einen ganz ähnlichen Axenwinkel und stimmen auch darin überein, dass in beiden Salzen die Elastizitätsaxe a mit der krystallographischen Verticalaxe zusammenfällt.

Digitized by Google

Während jedoch im ersteren die Axe c mit der Brachydiagonale zusammenfällt, so dass die optische Axenebene der Ebene der Längsfläche parallel geht, fällt dieselbe Elastizitätsaxe im letzteren mit der Makrodiagonale zusammen, so dass die Axenebene zwar ebenfalls durch die Verticalaxe, aber gleichzeitig der Querfläche parallel geht, sonach auf der vorigen senkrecht steht.

In den ebenfalls rhombischen Mischlingskrystallen beider Salze kann natürlich die Axenebene keine Zwischenlage zwischen End- und Längsfläche einnehmen, und der Uebergang derselben kann nur durch entsprechende Aenderungen im Axenwinkel vermittelt werden.

Und in der That machte Senarmont die Beobachtung, dass bei wachsenden Antheilen des zweiten Salzes der Axenwinkel sowohl der rothen, als auch der violetten Strahlen allmälig abnimmt, und zwar derjenige für roth viel schneller, so dass die violetten Axen auf ihrer Wanderung von den rothen sehr bald eingeholt werden, in welchem Momente die Dispersion natürlich verschwindet[1]), und dass im weiteren Verlaufe der Axenwinkel für roth zuerst Null wird, worauf die Axen für roth bereits in der dem zweiten Salze entsprechenden Axenebene sich öffnen, während die Axen für violett noch in der ursprünglichen Ebene zurückgeblieben sind und erst später den rothen Axen in ihrer neuen Orientirung nachfolgen.

Bei den Plagioklasen ist hingegen der Vorgang viel complicirter.

Zwar stehen auch hier die Axenebenen im Albit und Anorthit aufeinander nahezu senkrecht; allein die Axen der grössten, kleinsten und mittleren Elastizität besitzen in beiden Substanzen eine gänzlich verschiedene Lage, weshalb eine Aenderung der relativen Grössenverhältnisse der den betreffenden Axen entsprechenden Elastizitätscoëfficienten nicht mehr hinreicht, um den Uebergang aus dem Verhalten des Albites in das des Anorthites zu vermitteln.

Es werden vielmehr, abgesehen von allen Variationen im Axenwinkel und in der Dispersion, die Elastizitätsaxen selbst in den Zwischengliedern eine immer andere Lage einnehmen müssen

[1]) Aehnlich wie in gewissen Labradoriten.

Digitized by Google

und es werden diese Aenderungen in der optischen Orientirung gleichfalls nicht für alle Farben in gleicher Weise erfolgen.

Dadurch eben, dass die Wanderung der Mittellinien und die Drehung der Axenebene, welche wir theils direct, theils indirect (mit Hilfe der Auslöschungsschiefe) verfolgen konnten, mit einem gleichzeitigen Schwanken des Axenwinkels verbunden ist, kommt jene Mannigfaltigkeit und Abwechslung der Interferenz- und namentlich der Dispersionserscheinungen zu Stande, deren wir bereits oben ausführlicher gedachten und zu deren richtigem Verständniss die Tschermak'sche Theorie erst den Schlüssel geliefert hat.

Und so hat sich aufs Neue die Wahrheit bewährt, welche das Walten der Natur in so bezeichnender Weise ausdrückt, die Wahrheit nemlich, dass eine hohe Gesetzmässigkeit auch die complicirtesten Erscheinungen beherrscht, wenngleich es nicht immer dem ersten Blicke gelingt, ihre scheinbaren Anomalien zu enträthseln.

Wien, mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut, im Juli 1880.

Erklärung der Tafeln.

Tafel II.

Diese Tafel enthält die nach der Natur gezeichneten Bilder der Interferenzerscheinungen, welche die wichtigsten Plagioklasmischungen und der (zum Vergleiche beigefügte) Mikroklin auf Spaltblättchen parallel *P* und parallel *M* zwischen gekreuzten Nicols unter dem Nörremberg'schen Polarisationsinstrumente zeigen.

Diese Interferenzbilder beziehen sich auf die oberen Endflächen und auf die rechten Längsflächen der Krystalle, bei der S. 149 und S. 150 besprochenen Aufstellung derselben; gleichzeitig befinden sie sich sämmtlich in der gleichen, durch die Figuren 1 und 2 angegebenen Lage.

Man braucht sich daher die einzelnen Bilder nur mit sich selbst parallel verschoben zu denken, bis ihr Umkreis mit dem Umkreise der Figuren 1 oder 2 zusammenfällt, um eine richtige Vorstellung von der krystallographischen Orientirung der scheinbaren optischen Axen und der scheinbaren optischen Axenebene zu erhalten, soweit sich der Verlauf der Axenebene nemlich in den Lemniskaten der Interferenzkurven zu erkennen gibt.

Digitized by Google

Dort, wo die Lemniskaten nicht mehr hinreichen, um den scheinbaren Verlauf der Axenebene erkennen zu lassen, erscheint dafür die eine oder die andere der beiden optischen Axen so weit in das Gesichtsfeld gerückt, dass man bei einer Drehung des Präparates zwischen den gekreuzten Nicols einen Theil des zugehörigen Hyperbelarmes hin und her wandern sieht.

In den Figuren 5, 6 und 7, (*a* und *b*), gibt eine zu dem daselbst verzeichneten Hyperbelast senkrecht gezogene Linie den ungefähren Verlauf der Trace der Axenebene auf der betreffenden Fläche an, weil sämmtliche Figuren so gezeichnet sind, als ob sich die Nicolhauptschnitte zu der (auf andere Weise ermittelten) Trace der Axenebene auf *M* und *P* beiläufig in der 45°-Stellung befänden.

Fig. 1. Rechte Längsfläche eines orientirt gestellten Krystalles; wie aus der Bezeichnung hervorgeht, liegt die stumpfe Kante *P*/*M* oben.

Fig. 2. Obere Endfläche eines orientirt gestellten Krystalles; die stumpfe Kante liegt rechts, wie ebenfalls leicht ersichtlich.

Interferenzbilder auf *M*.

Fig. 3. Albit
Fig. 4. Oligoklas
Fig. 5*a*. Labradorit
Fig. 6*a*. Bytownit
Fig. 7*a*. Anorthit
Fig. 8. Mikroklin.

In einer von rechts unten nach links oben aufsteigenden Reihe angeordnet, so dass das Anfangsglied der Plagioklasreihe (Albit) am tiefsten, das Endglied (Anorthit) am höchsten zu stehen kommt.

Interferenzbilder auf *P*.

Fig. 5*b*. Labradorit
Fig. 6*b*. Bytownit
Fig. 7*b*. Anorthit.

Dieselben sind über den zugehörigen Interferenzbildern auf *M* angebracht, so dass man unschwer bemerkt, wie sich dieselben gegenseitig ergänzen.

Tafel III.

Tafel III bezweckt eine übersichtliche Darstellung der um die positive Mittellinie (c) der vier am häufigsten vorkommenden Mischungsglieder der Plagioklasreihe, nemlich Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit, auftretenden Dispersionserscheinungen, welche man an geeigneten Präparaten im Schneider'schen Apparate beobachten kann.

Wenn man die rechte Längsfläche eines orientirt gestellten Krystalles im Auge hat, so kann man im Allgemeinen von einer nach vorn (unten) und einer nach hinten (oben) austretenden optischen Axe sprechen. Erstere ist in der obersten Figur mit *a* bezeichnet und links abgebildet, letztere ebendaselbst mit *b* bezeichnet und rechts abgebildet. Die gleiche Bezeichnungsweise hat auch für alle übrigen Figuren Giltigkeit.

Digitized by Google

Die Hauptschnitte der gekreuzten Nicols sind bei sämmtlichen Figuren den Seiten der Tafel parallel (horizontal und vertical) gestellt zu denken.

Die linke Reihe von Figuren (1*a*, 2*a*, 3*a*, 4*a*) gibt ein schematisches Bild von der Farbenvertheilung, welche in den Interferenzkurven in dem Momente herrscht, wo sich die Präparate in der 90°-Stellung zu den Nicolhauptschnitten befinden; die optische Axenebene verläuft in dieser Reihe horizontal, d. i. querüber von links nach rechts.

Die rechts stehende Reihe von Figuren (1*b*, 2*b*, 3*b*, 4*b*) gibt ein schematisches Bild von der Farbenvertheilung für den Moment, wo die Präparate sich in der 45°-Stellung befinden; hier verläuft die optische Axenebene in schräger Richtung von links unten nach rechts oben.

Fig. 1*a* und 1*b*: Albit.

$\varrho < v$; weniger deutliche geneigte und schwache horizontale bei einer Spur von gekreuzter Dispersion.

Fig. 2*a* und 2*b*: Oligoklas.

$\varrho < v$; die geneigte Dispersion schon mehr zurücktretend, die horizontale verschwunden, dagegen schwache gekreuzte Dispersion auch in der Färbung am Horizontalbalken angedeutet.

Fig. 3*a* und 3*b*: Labradorit.

$\varrho > v$; vorherrschende gekreuzte, nicht eben starke geneigte Dispersion, (letztere jedoch entgegengesetzt wie beim Oligoklas).

Fig. 4*a* und 4*b*: Anorthit.

$\varrho > v$; von allen übrigen Dispersionen nur undeutliche Spuren.

Die nähere Beschreibung und Vervollständigung der Figuren ist im III. Abschnitte des Textes zu finden, wo die an diesen, sowie an verschiedenen anderen Plagioklasen im convergenten polarisirten Lichte gemachten Beobachtungen ausführlich mitgetheilt wurden.

Tafel IV.

Tafel IV bringt eine Zeichnung zweier die Auslöschungsschiefen sämmtlicher Plagioklase auf *P* und *M* umfassenden Kurven, zu deren Construction die mittelst der Formeln I und II, S. 253 und S. 254 des Textes, für alle, um 5 Molekularprocente im Anorthitgehalte von einander abweichenden, zwischen reinem Albit und reinem Anortbit gelegenen Mischungen berechneten Werthe verwendet wurden.

Die Ordinatenaxe YY' des Coordinatensystems, auf welches die beiden Kurven bezogen sind, fällt mit dem linken Seitenrande des von dem quadratischen Netzgitter bedeckten Rechteckes zusammen, der Ursprung (O) des Coordinatensystems liegt im obersten Drittel der Ordinatenaxe, und von hier aus verläuft die gleichfalls durch eine stärkere Linie gekennzeichnete Abscissenaxe OX parallel zur längeren Seite des erwähnten Rechteckes.

Digitized by Google

Die Abscissenaxe ist in 100 gleiche Theile getheilt; die Theilung hat natürlich ihren Nullpunkt in der Ordinatenaxe und schreitet von da aus nach rechts fort, wie durch die am unteren Rande der Tafel angeschriebenen Ziffern deutlich gemacht wird.

Beim Nullpunkte der Theilung (ganz links also) steht *Ab*, beim Theilstriche 100 (ganz rechts) steht *An*. Im Albit (*Ab*) ist der Gehalt an Molekularprocenten der Anorthitsubstanz gleich Null, im Anorthit (*An*) selbst gleich 100.

Jeder Theilstrich bedeutet sonach eine Zunahme des Anorthitgehaltes der Mischung um 1 Molekularprocent.

Hier am unteren Rande sind ferner die wichtigsten Glieder der Mischungsreihe $Ab_n\ An_o$ an der ihnen vermöge ihres Anorthitgehaltes gebührenden Stelle angebracht.

Die Ordinatenaxe ist ebenfalls in eine Anzahl gleicher Theile getheilt, die an Grösse den Theilen der Abscissenaxe vollkommen gleich sind. Diese Theilung ist am rechten Seitenrande der Tafel mit Ziffern versehen.

Dabei ist auf den Umstand Rücksicht genommen, dass die über der Abscissenaxe liegenden Ordinaten positive, die unter derselben liegenden Ordinaten hingegen negative Werthe repräsentiren, weshalb der Nullpunkt der Theilung natürlich in der Abscissenaxe liegen muss.

Auf der Ordinatenaxe bedeutet jeder Theilstrich nach aufwärts eine Zunahme des positiven Werthes der Auslöschungsschiefe um einen Grad, nach abwärts eine Zunahme des negativen Werthes derselben gleichfalls um einen Grad. Nach aufwärts geht die Theilung bis $+ 20^0$, nach abwärts bis $- 40^0$.

Es gibt sonach für jeden Punkt der Kurve sein Abstand von der Abscissenaxe die Auslöschungsschiefe in Graden, sein Abstand von der Ordinatenaxe das Mischungsverhältniss des durch diesen Punkt repräsentirten Plagioklases in Molekularprocenten seines Anorthitgehaltes an.

Berichtigung.

In dem vorstehenden Aufsatze, Seite 199, Zeile 12 soll es heissen: 2 *Ha* = 88° 15′ (roth), 87° 48′ (blau) statt 2 *Ha* = 89° 10′ (roth), 87° 49′ (blau); desgleichen auf Zeile 14: 2 *Ha* = 89° 10′ (roth), 87° 49′ (blau) anstatt 2 *Ha* = 88° 25′ (roth), 86° 44′ (blau). M. S.

Digitized by Google

VIII. Notizen.

Künstliche hohle Pseudomorphosen. Im dritten Hefte des vierten Bandes der Zeitschrift für Krystallographie etc. von P. Groth hat A. Knop einige Erfahrungen über die künstliche Darstellung hohler Pseudomorphosen mitgetheilt, es sei mir gestattet eine diesbezügliche Beobachtung hinzuzufügen.

Seit mehr als einem Jahre mit der Darstellung von krystallisirten Oxalaten beschäftigt, habe ich gleichzeitig mit Herrn M. Eder die Erfahrung gemacht, dass es mehrere verschiedene Kalium-Eisenoxalate gebe, von denen eines während des Winters sehr schöne olivengrüne durchsichtige Krystalle lieferte. Es herrschte während dieser Zeit in dem Raume (Laboratorium der k. k. geolog. Reichsanstalt) eine Temperatur, die zwischen + 12° C. des Nachts und + 20° wechselte. Obwohl das Salz leicht löslich ist, erschienen die Krystalle niemals merkbar angeätzt. Sie sind monosymmetrisch und werden von einem aufrechten Prisma und dem basischen Pinakoid nebst einigen kleinen Flächen begrenzt, welche der Form einen charakteristischen Habitus verleihen. Als in der ersten Hälfte des Monats Juni die Temperatur ziemlich constant auf 18—20° blieb, bemerkte ich die Bildung einiger tief dunkelgrüner Kryställchen aus derselben Mutterlauge und hoffte ein neues Salz zu erhalten. Am nächsten Morgen fand ich die olivengrünen Krystalle in eine tief dunkelgrüne, schwer lösliche Substanz umgewandelt, und zwar in der Weise, dass die Krystalle entweder äusserlich glatt, oder dicht mit kleinen Kryställchen überwachsen waren.

Die weitere Untersuchung zeigte, dass hohle Pseudomorphosen vorliegen, von denen einige sehr vollkommen sind. Sie sind aus $^1/_4$—$^1/_2$ Mm. dicken Hüllen, die aus zahlreichen kleinsten Kryställchen bestehen, gebildet und geben sowohl nach Aussen als nach Innen deutlich die Form der früher vorhandenen Krystalle wieder. Andere haben bei glatter Oberfläche und 1—2 Mm. Wandstärke einen kleineren Hohlraum, in dem heute noch. nach nahezu zwei Monaten, Mutterlauge enthalten ist.

Der Veränderungsprocess ist längstens innerhalb 14 Stunden, von 7 Uhr Abends bis 9 Uhr Vormittags, vor sich gegangen. Die grössten Krystalle messen nach der Axe *a* bis $^1/_2$, nach *c* $1^1/_2$ Cm. Das neugebildete Salz krystallisirt nun in derselben Mutterlauge in kleinen grünen durchsichtigen Krystallen anderer Form. Ueber die chemischen Unterschiede der beiden Substanzen wird seinerzeit berichtet werden, vorausgesetzt, dass die Darstellung des olivengrünen Salzes im Winter wieder gelingt. Jetzt waren wiederholte Versuche unter Herstellung annähernd derselben Bedingungen wie bei der ersten Entstehung resultatlos.

Heinrich Baron von Foullon.

Digitized by Google

Neue Minerale.

Vénasquit. In dem Buche „Bains et courses de Luchon 1857" hat Nerée Boubée zuerst dieses Mineral aus der Nähe der Stadt Vénasque in den Pyrenäen erwähnt und dasselbe mit dem Ottrelit vereinigt. Der Vénasquit kommt in blättrigen und strahligen, krystallinen Massen vor. Undurchsichtig. Farbe graulich-schwarz. Strichpulver grau. H = 5·5. Spec. Gew. = 3·26. Im Kölbchen erhitzt gibt er wenig Wasser. V. d. L. an den Rändern schwer schmelzbar. Auf Kohle erhält man ein schwarzes magnetisches Korn und in der Phosphorsalzperle neben der Eisenreaction ein Kieselskelet. Unlöslich in Säuren. A. Damour fand folgende Zusammensetzung:

			Sauerstoff:	Verhältniss:
Kieselsäure	44·79		23·89	6
Thonerde	29·71		13·84	3
Eisenoxydul	20·75	4·61	4·85	1
Magnesia	0·62	0·24		
Wasser	4·93		4·38	1
	100·80			

Diesem Verhältniss entspricht die Formel:

$$(FeO, MgO)\ Al_2O_3,\ 3\ SiO_2 + H_2O.$$

Da eine ebenfalls von Damour im Jahre 1842 am Ottrelit von Luxemburg ausgeführte Analyse folgende Formel ergibt:

$$3\ (FeO, MnO)_2\ Al_2O_3 \cdot 6\ SiO_2 + 3\ H_2O$$

so will er den Vénasquit als selbständige Species erhalten wissen. (Bulletin Soc. min. de France 1879, Tome II, S. 167.)

Louisit. Lauchgrünes, durchscheinendes, glasartiges Mineral. Bruch splittrig. H = 6·5. Spec. Gew. = 2·41. Gelatinirt in Salzsäure. Zusammensetzung nach H. Louis:

Kieselsäure	63·74
Thonerde	0·57
Eisenoxydul	1·25
Manganoxydul	Spuren
Kalk	17.27
Magnesia	0·38
Natron	0·08
Kali	3·38
Wasser	12·96
	99·63

Fundort Blomidon N. S. — Benannt von D. Honeyman. (Referat 88 Am. J. sci. (III) Bd. 18. 1879. Seite 484. Angabe der Quelle fehlt.)

Plagiocitrit, Clinophacit, Wattevillit, Clinocrocit. Wasserhältige Sulfate, die S. Singer als identisch mit denen von Bauersberg bei Bischofsheim beschreibt. (Notiz in Am. J. sci. (III). Bd. 18. 1879. S. 484. Angabe der Quelle fehlt.)

Digitized by Google

Haughtonit. Den pechschwarzen, braunschwarzen bis nelkenbraunen, selten grünlichen Glimmer, der sich fast ausschliesslich in den Graniten, auf den Granitgängen und -Adern der verschiedensten Gegenden Schottlands findet, belegt F. Heddle zu Ehren S. Haughton's auf Grundlage der Resultate von 12 Analysen mit dem Namen Haughtonit. Seine Dimensionen schwanken zwischen den kleinsten Blättchen und schuhgrossen, oft deutlich sechsseitigen Tafeln. Im frischen Zustand stark glasglänzend. Undeutlich zweiaxig. Die analysirten Proben sind den Granit- und Feldspathgängen des meistens veränderten Gneisses, dem Granit und Diorit im nördlichen Schottland entnommen. Am schönsten und in den grössten Tafeln findet er sich im Granit-Massiv von Aberdeenshire. Ein fast regelmässiger Begleiter des Haughtonit ist der Oligoklas dann häufig Sphen und Allanit. — V. d. L. schwer zu einer magnetischen Kugel schmelzbar. Die Blättchen werden bei dem Erhitzen schwarz. In Salzsäure unvollständig, in Schwefelsäure vollständig zersetzbar. Der Haughtonit steht sowohl dem Biotit als dem Lepidomelan sehr nahe. Das Mittel aus den Analysen und das Sauerstoffverhältniss des Haughtonit verglichen mit dem des Biotit und Lepidomelan ist folgendes:

		Sauerstoff	Haughtonit	Biotit	Lepidomelan
Kieselsäure . .	35·93	19·16	19·16	19	21	20
Thonerde . .	18·06	8·41	9·78	10	8	15·5
Eisenoxyd . .	4·55	1·37				
Eisenoxydul .	17·22	3·80	12.67	12·5	15	7
Manganoxydul .	0·81	0·18				
Kalk	1·48	0·42				
Magnesia . .	9·07	3·63				
Kali	8·49	1·44				
Natron . . .	1·13	0·29				
Wasser . . .	3·27	2·91				

Das spec. Gew. wurde zwischen 2·96—3·13 gefunden. (Min. Mag. III. Nr. 13, 1879, Seite 72.)

Hofmannit. In farb- und geschmacklosen krystallinischen Tafeln in Lignit. Die Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{20}\,H_{36}O$ ausgedrückt. Beschrieben von Bechi (Pisa). (Referat in Am. J. sci. (III) Bd. 18, 1879, Seite 484. Angabe der Quelle fehlt).

Liskeardit. So nennt N. S. Maskelyne ein Mineral, welches Mr. Barnett von Chyandour bei Penzance an das British Museum eingesendet. Farbe weiss mit einem Stich in das Bläuliche bis Grünlichblaue. In dünnen Schichten von gleichförmig fasriger Struktur, Höhlen von Quarz und anderen Mineralen auskleidend. Es ist associirt mit erdigem Chlorit, Quarz, Pyrit, Chalcopyrit, Mispickel, Scorodit und andern Mineralen. Die Zusammensetzung findet nach Dr. Flight in folgender Formel ihren Ausdruck:

$$3\,R_2\,O_3 \cdot As_2O_5 + 16\,H_2O.$$

$R_2\,O_3$ entspricht Thonerde mit einem merklichen Betrage von Eisenoxyd. Die Farbe der Liskeardit scheint von einem Procent Kupfergehalt herzurühren;

Digitized by Google

zugleich ist auch ein geringer Betrag eines Sulphates anwesend. Die Anwesenheit des Sulphates und der Hauptcharakter in der Zusammensetzung würden auf Pitticit (Arseneisensinter) führen. Nach der Untersuchung Flight's kann aber der Liskeardit als ein Evansit aufgefasst werden, der Arsensäure an Stelle der Phosphorsäure enthält.

(Nature, Bd. XVIII, 15. August 1878, Seite 426).

Bhreckit (Vreckit), Xantholith, Abriachanit nennt Heddle drei Substanzen aus Schottland, denen er die Namen nur vorläufig gegeben hat. Der Bhreckit ist ein chloritähnliches Mineral. Der Xantolith hat annähernd die Zusammensetzung des Staurolith, krystallisirt aber im monoklinen System und der Abriachanit ist eine unreine, einem bläulichen Thon ähnliche Substanz.

(Min. Mag. 1879, III, Nr. 13, Seite 57—71.) F. Berwerth.

Literatur.

E. Bertrand: De l'application du microscope à l'étude de la minéralogie. Bull. de la soc. min. de France, 1880, Nr. 4.

Derselbe: Nouveau minéral des environs de Nantes. Ebenda

H. Bücking: Ueber durch Druck hervorgerufene optische Anomalien. — Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1880, II., pag. 199.

L. Calderon: Ueber die optischen Eigenschaften der Zinkblende von Santander. — Zeitschr. f. Kryst. IV., 5., 1880, pag. 504.

H. Credner: Ueber Schichtenstörungen im Untergrunde des Geschiebelehmes. — Zeitschr. der d. geolog. Gesellsch., 1880, pag. 75.

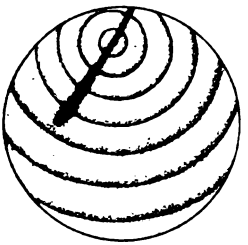
F. Fouqué et A. Michel-Lévy: Production artificielle d'une leucotephrite identique aux laves cristallines du Vésuve et de la Somma. Formes naissantes cristallitiques de la leucite et de la néphéline. — Compt. rend. 1880.

Dieselben: Sur la production artificielle de feldspaths à base de baryte, de strontiane, et de plomb, correspondant à l'oligoclase, au labrador, et à l'anorthite. — Ebenda.

Dieselben: Note sur les roches accompagnant et contenant le diamant dans l'Afrique Austral. — Bulletin de la soc. min. de France, 1880, Nr.

C. W. Gümbel: Vulkanische Asche des Aetna von 1879. — N. Jahrb. f. Min. 1879, pag. 859.

Digitized by Google



Anorthit (P)

Fig. 7.b.

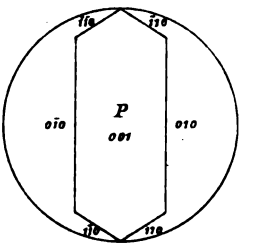


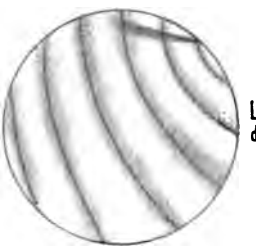
Fig. 2.

Bytownit (P)

Fig. 6.b.

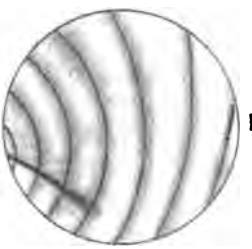
Anorthit (M)

Fig. 7.a.



Labradorit (P)

Fig. 5.b.

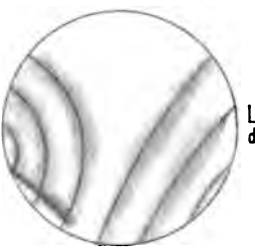


Bytownit (M)

Fig. 6.a.

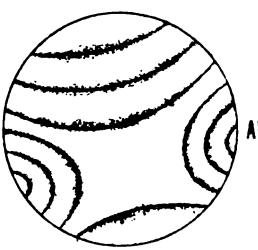
Oligoklas (M)

Fig. 4



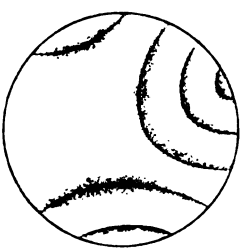
Labradorit (M)

Fig. 5.a.



Albit (M)

Fig. 3.



Mikroklin (M)

Fig. 8.

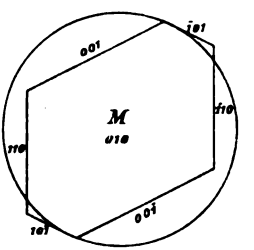


Fig. 1.

Autor del. Lith. Anst. v. F. Kohler in Wien.

Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft II u. III.

Verlag v. Alfred Hölder k.k. Hof u. Universitäts Buchhändler.

Digitized by Google

Digitized by Google

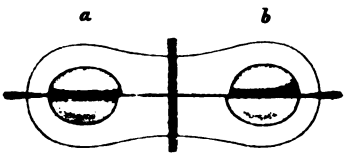


Fig. 1.a.

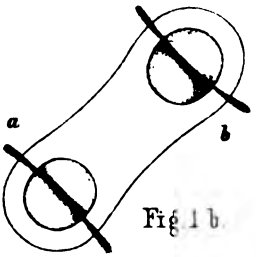


Fig. 1.b.

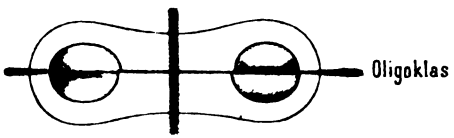


Fig. 2.a.

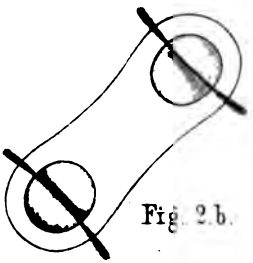


Fig. 2.b.

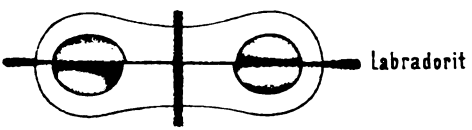


Fig. 3.a.

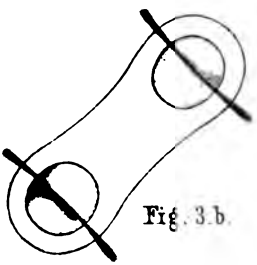


Fig. 3.b.

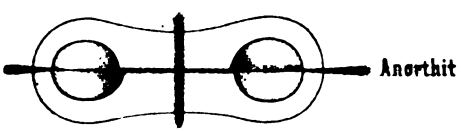


Fig. 4.a.

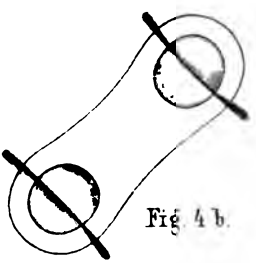


Fig. 4.b.

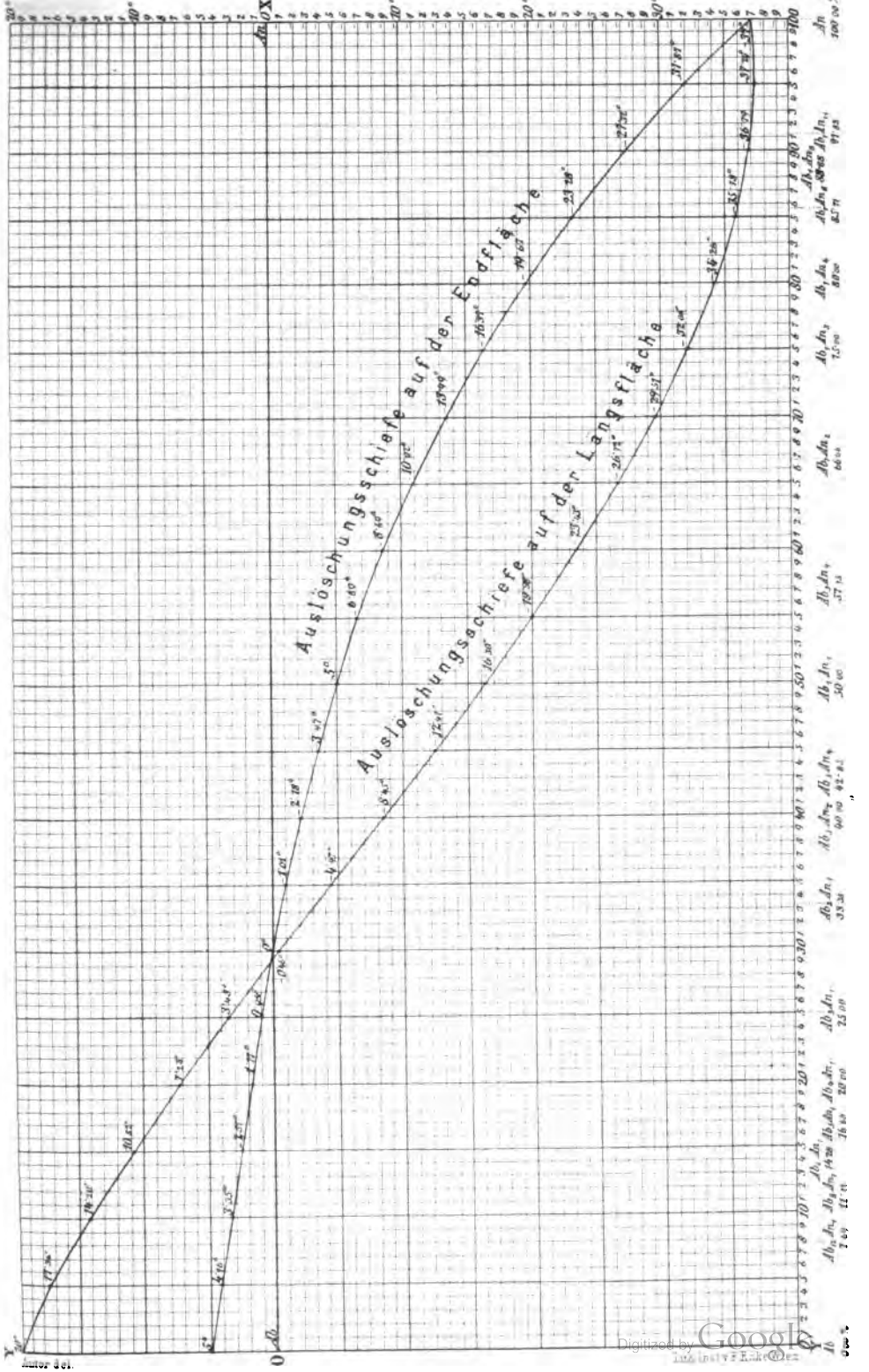
Autor del. Lith. Anst. v. F. Köke in Wien

Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft II u. III.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u. Universitäts Buchhändler.

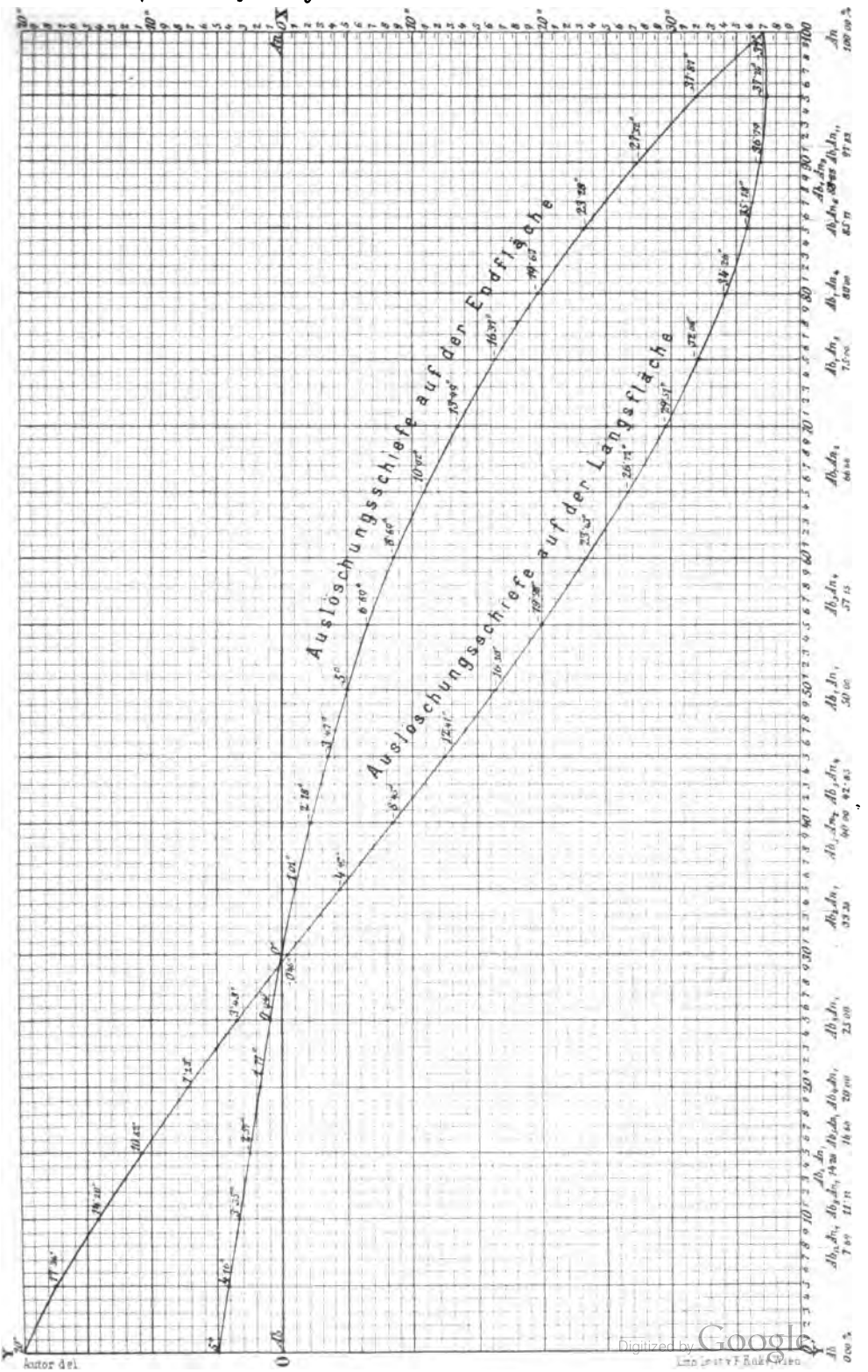
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

THE ASTOR LIBRARY N.Y.

Digitized by Google

IX. Mineralogisches aus dem Ostindischen Archipel.

Von A. Frenzel.

8.[1]) Celebes.

Vulcanische Gesteine, namentlich Basalt, sind über einen grossen Theil der sonderbar gestalteten Insel Celebes verbreitet. In Nordcelebes sind zur Zeit noch mehrere Vulcane thätig und auf Ruang bei Tagulanda (Sangi-Insel im Norden von Celebes) sammelte Dr. Meyer im Jahre 1871 während der Eruption des Vulcanes Ruang.

Die Laven desselben sind sehr verschieden nach ihrem äusseren Ansehen, nach Farbe und Structur, obwohl man bei dem mineralogischen Studium derselben zu der Ueberzeugung kommt, dass sie sämmtlich nur einem Gesteine und zwar dem Augitandesit angehören. Zu demselben Resultate gelangte man durch die mikroskopische Untersuchung, welche letztere Herr Prof. Zirkel freundlichst übernahm.

Die sämmtlichen vorhandenen Laven unterschied ich in folgende Abänderungen:

a) Glänzende Lava. Von schwärzlicher Farbe, mit weissen Feldspatheinsprenglingen, wenig Hornblendekryställchen, Olivin- und Magneteisenkörnchen; der Feldspath tritt fast nur in rundlichen Körnern, nicht in säulenförmigen Krystallen auf. Von kleinkörnigem Gefüge. Schwach fettglänzend. Nach vorliegenden Stücken zu urtheilen, ist diese Lava die am häufigsten auftretende.

Mikroskopischer Befund: „Besteht aus triklinem Feldspath, Augit, wenig Hornblende und Magneteisen. Die Feldspathe sind schön zonal aufgebaut und zeichnen sich wie die Augite durch Glaseinschlüsse aus. Das Gestein ist Augitandesit".

b) Schwarze Lava. Bei dieser tritt der Augit vorwiegend, der Feldspath untergeordnet in ganz kleinen Körnchen oder Kryställchen von sechsseitigem Durchschnitt auf, wodurch die Lava ein

[1]) Vergl. Tschermak's „Mineralog. Mitth." 1877, 297.

Digitized by Google

ganz schwarzes Ansehen erhält; in der Masse treten hier und da kleine Hornblendekryställchen und Olivinkörner deutlich hervor. Diese schwarze Lava ist porös, blasig und schlackig, zeigt also die eigentliche lavenartige Beschaffenheit.

Mikroskopischer Befund: „Die Grundmasse lässt einen mit Glas erfüllten Mikrolithenfilz erkennen, der für den Augitandesit so charakteristisch ist. Die darin ausgeschiedenen grösseren Krystalle gehören dem triklinen Feldspath und dem Augit an. Glaseinschlüsse sind in beiden Gemengtheilen in grosser Zahl enthalten".

c) Rothe Lava. Von hellbräunlichrother Farbe und feinkörniger Zusammensetzung. In Hohlräumen bemerkt man Spuren von zeolithischer Substanz, diese Lava dürfte deswegen wohl schon ein grösseres Alter haben.

Mikroskopischer Befund: „Grundmasse ein mit Glas erfüllter Mikrolithenfilz, mit grösseren Krystallen von triklinem Feldspath und Augit, vereinzelt finden sich Körnchen von Olivin".

d) Graue Lava. In allen Farbentönen des Grau, von dunkelgrau bis hellgrau, fast weiss auftretend, so gefärbt durch vorherrschenden Feldspath, in den lichtesten Laven tritt Sanidin in grösseren, deutlichen Körnern auf; feinkörnig bis dicht.

Mikroskopischer Befund: „Echter Augitandesit, ganz übereinstimmend mit den 1866er Laven von Nea-Kaimeni (Santorin). Grundmasse ein glasgetränktes Mikrolith-Aggregat, darin farblose Feldspathe (vorwiegend Plagioklas, doch nicht wenig Sanidin); ziemlich dunkle, scharfbegrenzte Augite, an deren Querschnitten $\infty P\infty$ und $\infty P\infty$ über ∞P weit überwiegt. Magnetit. Kein Olivin".

e) Ein Augitandesit, der das Ansehen einer Lava völlig verloren hat und vielmehr an einen Phonolith erinnert. Plattenförmig auftretend, die Platten zeigen eine grosse Festigkeit und erklingen beim Daraufschlagen sehr hell; die Oberfläche der Platten ist schwarz und glänzend; auf dem Bruche erscheint das Gestein hell- bis dunkelgrau gefärbt, von dichter Grundmasse, aus welcher nur einzelne Feldspathkörner hervortreten.

Mikroskopischer Befund: „Ist ein Augitandesit, dessen Grundmasse aus ziemlich gut individualisirten Theilen besteht. Ausserdem enthält er triklinen Feldspath, Augit und Magneteisen in grösseren Individuen".

Digitized by Google

Celebes ist für den Augitandesit ein neuer und wichtiger Fundort, da die verschiedensten Varietäten, vom typischen, hornblendefreien bis zum hornblendereichen Augitandesit hier auftreten.

Magneteisen fehlt nie, zuweilen tritt auch ein stark glänzendes nicht magnetisches Titaneisenerz auf. Olivin tritt nur in den dunkleren Laven und, wie es scheint, mehr makroskopisch als mikroskopisch, in besonders hübschen Körnern in der glänzenden Lava auf. Ausscheidungen von Plagioklas und Augit kommen nicht vor, wohl aber Ausscheidungen von Sanidin; Hornblende, Sanidin und Magnetit; Hornblende und Oligoklas; Oligoklas und Olivin. Kleine Bomben von Augitandesit sind nicht selten.

Vom Ruang und aus der Nachbarschaft dieses Vulcans von Tagulanda brachte der Reisende ferner folgende Vorkommnisse mit:

Bimsstein. Von dunkelgrauer Farbe und sehr filziger Beschaffenheit; in dem Filze liegen viel eingesprengte Feldspathkörnchen.

Schwefel als Sublimationsproduct, theils in unreinen derben Partien, theils in sehr kleinen Kryställchen, welche nur die Grundpyramide zeigen.

Lava mit aufsitzenden lebenden Korallen, sowie

Korallenkalk von der Meeresküste.

Quarzfels. Blöcke, welche wohl an der Meeresküste anstehen, und von den Wellen bespült werden, da sie ein eigenes, zerfressenes Aussehen zeigen.

Glimmerschiefer. Enthält viel Granaten und ist dem Glimmerschiefer von Bräunsdorf bei Freiberg ausserordentlich ähnlich. Vermuthlich steht der Glimmerschiefer in der Nähe des Ruang an und ist von den Laven durchbrochen worden.

Von Siao, einer anderen, grösseren der Sangi-Inseln im Norden von Celebes liegen vor:

a) Ein Gneissgerölle.

b) Ein kugelrundes, grosses Gesteinsstück, von grobkörniger Structur, bestehend aus triklinem Feldspath, Augit und kleinen gelben Olivinkörnern; dieses Gestein ist gleichfalls als Augitandesit anzusprechen.

c) Ein dichtes, felsitisches Gestein, welches Kupfererze, Kupferglanz, Malachit und Kupferlasur führt. Ein Dünnschliff liess gleichfalls ein Aggregat von triklinem Feldspath, Augit und Magnetit

Digitized by Google

erkennen und Glaseinschlüsse sowohl im Feldspath, als auch im Augit. Also wiederum ein Augitandesit, vielleicht von höherem Alter, in dem das Auftreten von Kupfererzen bemerkenswerth ist.

Bei Sumalatte im nordwestlichen Celebes bilden goldhaltige Gesteine ein wichtiges Vorkommen. Das goldführende Gestein ist ein Quarz, der in kleinen Nestern Eisenkies führt. Weder im Quarz, noch im Eisenkies ist Gold mit bewaffnetem Auge wahrzunehmen, eine Probe des Gesteins ergab mir aber einen Gehalt von

0·0057 Procent Gold
0·0028 „ Silber.

v. Rosenberg, welcher längere Zeit im Ostindischen Archipel lebte, schreibt[1]) über das Vorkommen Folgendes: „Ein mit Gras bewachsener Hügel besteht in seiner Hauptmasse aus gelbem Mergel, worunter Lagen von blauem Letten, rothem Thon, Roth- und Brauneisenstein mit einander wechseln. Gänge von Kupfer- und Eisenpyrit mit starken Quarzadern kommen darin vor und diese letzteren sind es, worin das Gold eingesprengt gefunden wird. Die Entdeckung des Goldreichthums geschah vor ca. 50 Jahren durch Zufall von zwei Einwohnern von Limbotto bei dem Anlegen eines Gartens. Nachdem das Gold an der Oberfläche ausgebeutet war, wurden Schächte angelegt und solcher Schächte gab es bereits 26, von denen allerdings die Mehrzahl bald zum Erliegen kam. Jedermann, der Kraft und Lust hat, kann Gold graben, muss aber den fünften Theil an den Landesherrn, den Radja von Limbotto abgeben. Auch die Bäche führen Gold. Weit belangreicher als das Vorkommen des Goldes ist jedoch das Vorkommen des gediegenen Kupfers im Bett des Sumalatte-Flüsschens."

Im Bett des Sumalatte-Flüsschens und am Meeresstrande sammelte Dr. Meyer Magneteisensand; ganze Strecken bestehen aus demselben. Der Magneteisensand ist sehr fein und von grosser Reinheit.

Zwei Vorkommnisse von Kottabuna im nordwestlichen Celebes zeigen genau dasselbe Quarzgestein mit den Eisenkiesnestern, wie die Vorkommnisse von Sumalatte. Ein Goldbergbau war auch zu Kottabuna nur in rohester Weise etablirt.

---

[1]) H. v. Rosenberg, Der Malayische Archipel, Leipzig 1878.

Digitized by Google

Zu Tumumpat bei Manado in Nordcelebes kommt ein ausgezeichneter Aragonit in schönen Platten von fasriger Structur und gelblichbrauner bis bräunlichgelber Farbe vor. Es ist ein Aragonitsinter, der seine Entstehung einer heissen Quelle verdankt, wie es deren auf Celebes viele gibt.

Eine heisse Quelle bei Manado in Nordcelebes lieferte als Absatzproducte:

Schwimmkiesel, von schneeweisser Farbe.

Kieselsinter.

Eine kaolinartige Masse.

Kalkspath — nicht Kalksinter.

Mergelbrocken und conglomeratähnliche Tuffe.

Die kaolinartige, stark an der Zunge hängende Masse, welche nach Dr. Meyer an Ort und Stelle noch weich gewesen war, wofür auch das mitgebrachte, zu einem Cylinder gerollte und mit den vom Bindfaden herrührenden Einschnürungen versehene Stück selbst sprach — analysirte ich und fand folgende Mischung:

Kieselsäure	39·68
Schwefelsäure	3·90
Thonerde[1])	40·22
Kalkerde	0·68
Talkerde	0·25
Wasser	13·80
Feuchtigkeit[2])	1·90
	100·43

Bemerkenswerth ist der Schwefelsäuregehalt dieses Silicats.

Den Kieselsinter untersuchte ich auch. Spec. Gewicht 2·14. Chemische Zusammensetzung:

Kieselsäure	91·02
Thonerde	3·40
Talkerde	0·14
Wasser	6·98
	101·54

[1]) Einschliesslich geringer Mengen von Eisen und Mangan.

[2]) Bei 100° entweichend.

Digitized by Google

Spuren organischer Substanz. Als ich eine Quantität des Kieselsinters behufs Bestimmung des spec. Gewichtes etwa 8 Tage lang im Wasserfläschchen stehen hatte, entwickelte dieselbe bei dem Herausschütten einen eigenthümlichen, kampfer- oder pfeffermünzähnlichen Geruch. Von den 6·98 Procent Wasser entwichen 3·22 Procent bei 100°, das übrige bei Glühhitze.

In der Nachbarschaft dieser heissen Quelle findet sich ein feldspathreicher Granit von röthlicher Farbe und Basalt.

Auf Manado tua, einer Insel bei Manado, welche nichts weiter als ein ausgebrannter Krater ist, finden sich ziegelrothe Laven und Bomben, in welchen Feldspathkrystalle und Olivinkörner deutlich erkenntlich sind, die mikroskopische Untersuchung lieferte aber das Resultat, dass dieses Vorkommen gleichfalls dem Augitandesit zuzuzählen ist.

Auf den Togian- oder Schildpattinseln, in der Bucht von Tomini, 800 Fuss hoch gelegen, sind gleichfalls jung eruptive Gesteine zuhause, so Augitandesit und ein aus Sanidin und Hornblende bestehendes Gestein.

Auch Flussgerölle von Posso, an der Bucht von Tomini in Centralcelebes, bestehen aus Augitandesit, es ist die plattenförmige Varietät, genau übereinstimmend mit dem Vorkommen von Ruang sub *e*), sowie die dichte, graue Varietät sub *d*), zu unterscheiden.

Ausserdem finden sich hier echte Basalte vor, welche viel Olivin führen, die mitgebrachten Stücke sind grösstentheils in Verwitterung übergegangen; die Basalte enthalten Magnesiaglimmer, und zwar die Abänderung Rubellan.

Am See von Posso kommt typischer Augitandesit vor, welcher triklinen Feldspath, Augit, nebst wenig Hornblende und Magneteisen enthält.

Von Tondano, einem 2000 Fuss hoch gelegenen, grossen See in Nordcelebes liegt Obsidian vor. Dieser Obsidian ist von sammetschwarzer Farbe, dichter Structur und enthält einzeln eingesprengte Kugeln von Sphärolith. Der mikroskopische Befund lautet:

„Die glasige Basis wimmelt von Mikrolithen, welche vorzüglich die Mikrofluctuationsstructur zeigen, namentlich wenn sie sich um die ausgeschiedenen schönen Krystalle von Augit herumziehen; ausserdem ist noch Feldspath und Magneteisen darin. Hier kann man auch deutlich sehen, dass diese Mikrolithe dem Augit ange-

Digitized by Google

hören, da die Krystalle dieses Minerals durch immer zunehmende Kleinheit den Uebergang in jene Ausbildungsweise erkennen lassen."

Der See von Lino in Nordcelebes ist ein grosser, geborstener, mit Wasser ausgefüllter Krater. Noch an vielen Stellen findet man ausgedehnte Solfataren und kochende Schlammmassen. Der Reisende brachte von hier Laven und Schwefel mit. Lava von rother Farbe, weich, blasig, bröcklich, die mineralischen Gemengtheile unerkennbar. Lavaschlamm, weich, lehmig, von schmutzigbrauner Farbe und etwas salzigem Geschmack. Schwefel als Sublimationsproduct oder entstanden durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf schweflige Säure, welche beide wohl nicht selten gleichzeitig ausgehaucht werden. Der Schwefel tritt in grösseren zusammengehäuften Massen, durchgängig aus sehr kleinen Kryställchen bestehend, auf, welche letztere nur die Grundform *P* zeigen; auch in derben Massen, auf einer Unterlage von weissem Tuff sitzend.

Aus der Minahassa in Nordcelebes brachte Meyer Vorkommnisse mit, von welchen die näheren Fundortsangaben leider verloren gingen.

Es sind von Mineral-Vorkommnissen folgende zu verzeichnen:

Quarz, theils dicht, theils stänglich struirt und undeutlich krystallisirt.

Karneol, als Geschiebe.

Pegmatolith, derb, in Rollstücken.

Keramohalit. In grossen Stücken, von poröser Beschaffenheit, reinweiss bis gelblichweiss. Eine Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

Schwefelsäure . . .	37·91
Thonerde	11·80
Eisenoxydul	1·85
Kalkerde	0·20
Talkerde	0·44
Unlöslicher Rückstand	0·50
Wasser	(47·30)
	100.00

Dieser Keramohalit hat sich, aus einer vulcanischen Gegend stammend, durch Einwirkung von schwefligsauren Dämpfen auf thonerdehaltige Gesteine gebildet.

Digitized by Google

Blei- und Zinkerze, bestehend aus Bleiglanz, Zinkblende von gelber, brauner und schwarzer Farbe, vergesellschaftet mit Eisenkies und Quarz.

Eisenkies in losen Krystallen und Krystallbruchstücken, ohne jedes Nebengestein. Die Formen sind vorwiegend hexaëdrisch; an Combinationen wurden beobachtet:

$$\infty O\infty;\ \infty O\infty \cdot \frac{\infty O 2}{2};\ \infty O\infty \cdot O;\ \frac{\infty O 2}{2} \cdot \left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$$

Kiese, in grossen Blöcken auf der Tagesoberfläche liegend, meist mit einer braunen Oxydschicht bedeckt. Die Blöcke enthalten Eisenkies, Magnetkies, Kupferkies, Arsenkies, Bleiglanz und Zinkblende.

Diese Kiese werden nicht abgebaut, denn es besteht nirgends Bergbau in der Minahassa.

Den Magnetkies, der in ganz ausgezeichnet schönen, broncegelben, sehr stark glänzenden, blättrig-körnigen Massen auftritt, prüfte ich auf einen etwaigen Nickelgehalt. Das Mineral zeigte sich nickelfrei.

Der Magnetkies von Celebes hat das spec. Gewicht 4·58 und zeigt kaum noch Spuren magnetischer Eigenschaft, ebenso unmagnetisch verhält sich der Drehbacher Magnetkies, aber auch der Bodenmaiser ist nur schwach magnetisch.

Des Interesses wegen, das der Magnetkies hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung immer noch besitzt, analysirte ich nicht nur das Vorkommen von Celebes, sondern in der Folge eine ganze Reihe verschiedener Vorkommnisse von verschiedenen Fundorten mit starker bis kaum noch bemerkbarer magnetischer Eigenschaft. Hierüber werde ich später besondere Mittheilung machen.

Zu der von Prof. Streng angeregten Frage über das Krystallsystem des Magnetkieses, darf ich vielleicht an dieser Stelle zwei Beobachtungen mittheilen, die für das rhombische System sprechen dürften. Eine Stufe Eisenspath von Moro Vehlo in Brasilien trägt viele Magnetkieskrystalle der anscheinend hexagonalen Form $0P \cdot \infty P$, indessen aber auch einen Drilling, ähnlich dem Aragonit-Drilling, den Fig. 10 in Naumann-Zirkel, Elem. d. Min. 10. Aufl., S. 407, vorstellt; leider ist die Basisfläche ohne Streifung,

Digitized by Google

so dass die Natur des Drillings nicht so augenscheinlich wird. Die bekannten Pseudomorphosen von Eisenkies nach Magnetkies von Freiberg sind wahrscheinlich gleichfalls nicht hexagonal, sondern rhombisch. Ein selten schönes Kryställchen von der Grube Junge hohe Birke übersandte ich Freund Schrauf zur Messung. Schrauf antwortete: „Die Winkel sind nur sehr annähernd, denn selbst die scheinbar ebenen Flächen sind gebrochen und zeigen einspringende Winkel. Mit aller Reserve glaube ich sagen zu können, dass nicht alle ∞P-Flächen gleich geneigt sind, sondern dass man unterscheiden könnte die Winkel $\infty P : \infty P = 124^0$, $\infty P : \infty P\breve{\infty} = 116^0$."

Ferner kommen Pseudomorphosen vor, bei welchen die Flächen der scheinbaren hexagonalen Pyramide stark horizontal gestreift sind, wie das die rhombischen Silberkiese von allen Fundorten zeigen und Streng im Bilde veranschaulicht hat, vergl. Fig. 1 und 2, Tafel XII, Jahrb. f. Mineral. 1878. Unsere Pseudokrystalle zeigen hiernach genau die Form der Silberkiese, nur sind sie viel grösser, riesig, gegenüber den kleinen Silberkieskryställchen.

Gewiss ist es nicht mit absoluter Sicherheit ausgemacht, dass die Pseudokrystalle von Freiberg dem Magnetkies angehörten, allein es liegt wohl kein Grund vor, von der allgemein eingebürgerten Annahme abzugehen.

Ebenso interessant als das Vorkommen der vorerwähnten Erze ist das Auftreten eines ausgezeichnet schönen Chromeisenerzes in der Minahassa. Der Reisende brachte leider nur ein einziges Stück mit, dasselbe ist frei von Begleitern, derb, krystallinischkörnig, die Körner gehen selbst in Krystalle über, denn es sind kleine, nette Oktaëderchen hier und da zu erkennen. Dieses Chromeisenerz wird ebensowenig verwerthet, als die Blei- und Zinkerze.

In der Minahassa stehen Granit und Syenit an. Der Granit ist ein mittelkörniger, aus Quarz, zweierlei Feldspäthen und schwarzem Glimmer bestehend; von den Feldspäthen ist der eine graulichweiss, Orthoklas, der andere grünlichweiss, Oligoklas. Der Syenit enthält nur Hornblende und Orthoklas, keine accessorischen Gemengtheile.

Von der Meeresküste brachte Meyer Korallenkalk und von Bohrmuscheln durchbohrten Kalkstein mit.

Digitized by Google

Endlich liegt aus der Minahassa ein ganz eigenthümliches Conglomerat vor, bestehend aus einem feinkörnigen Gemenge von Augit, Plagioklas, wenig Magneteisenerz und Olivin, die einzelnen Körner sind meist abgerundet. Dieses Gemenge schliesst grössere Fragmente verschiedener Augitandesite, grössere Augitkrystalle und Korallenkalk ein. Gewiss hat sich hier ein Lavastrom in das Meer ergossen, lebende Korallen mit fortgerissen und auf solche Weise dieses sonderbare Conglomerat gebildet; die Küsten sind dort vielfach von Korallenbänken umsäumt.

Im Gebirge bei Batubassi in Südcelebes tritt ein weisser, versteinerungsführender Kalkstein auf, leider sind die vielen, sehr kleinen Versteinerungen, wegen ihrer Undeutlichkeit nicht mit Sicherheit zu deuten, im Querschnitt erscheinen sie mitunter wie Nummuliten.

Aus der Ebene von Batubassi liegt verwitterter Basalt vor. der Feldspath ist von der Oberfläche der Stücke fortgeführt, der Augit tritt in Körner- und Krystallform hervor und der Magnesiaglimmer hat sich in Rubellan umgewandelt. In dieser Ebene finden sich ferner Lagerstätten von Raseneisenerz und Bohnerz, das letztere tritt in den bekannten Kugeln und Knollen auf und die grösseren Knollen enthalten im Inneren eine thonige Masse.

Eine Grotte bei Pankadjene, abseits vom Wege nach Maros in Südcelebes, führt Kalkstein von graulichweisser Farbe, dichter und reinster Beschaffenheit; auf Klüften des Kalksteins findet sich krystallisirter Kalkspath.

Eine Grotte bei Maros enthält Kalkstein von rein weisser Farbe. Dieser Kalkstein geht stellenweise aus dem Körnigen in das Blättrige, also in Kalkspath über. Ein schöner, reiner Kalkstein von weisser Farbe liegt aus einer Grotte von Bungero bei Pankadjene vor. Ferner brachte der Reisende aus einer Grotte, welche einige Meilen von Segeri in Südcelebes entfernt liegt, Kalkstalaktiten mit, bestehend aus Kalksinter von graulich- bis gelblichweisser Farbe und Kalkspath in rhomboëdrischen Krystallen. Die Stalaktiten sind von ziemlicher Grösse, die Enden derselben bestehen aus lauter kleinen Kalkspathkryställchen, Rhomboëderchen, die der Grundform angehören oder ihr nahestehen. Bemerkenswerth sind von hier Incrustationen, die sich um dünne Pflanzenstengel bildeten, woraus

Digitized by Google

schraubenförmige, hohle Gebilde entstanden. Alle diese vorerwähnten Grotten-Kalksteine sind von junger Bildung. Ihr Alter lässt sich wegen Mangels an Versteinerungen nicht sicher bestimmen. Dr. Meyer brachte nur den Steinkern einer grossen Cyprina aus einer Höhle bei Maros mit.

Zu Maros kommen Kieselconcretionen vor, die man ihrem äusseren Ansehen nach zu dem Menilit-Opal rechnen würde, da sie in den eigenthümlichen wulstförmigen Gebilden auftreten; zerschlägt man jedoch eine solche Kugel, so zeigt uns das Innere derselben eine feuersteinähnliche Masse. Eine solche, von einem Ringe umgebene Kugel, die ich näher untersuchte, zeigt eine 1 Mm. dicke, gelblichweisse Rinde, unter welcher die Masse feuersteinartig wird, dicht, von muschligem bis splittrigem Bruche und hellgrauer Farbe, während das Innere weiss und von grieslicher Beschaffenheit ist. Da die dichte und die griesliche Masse in ihrem spec. Gewichte eine auffallende Differenz zeigten, so vermuthete ich auch eine Differenz in der Mischung, was indessen durch die Analyse nicht bestätigt wurde. Ich fand nämlich:

	Dichte Masse	griesliche Masse
Specifisches Gewicht	2·40	2·73
Kieselsäure	98·19	98·02
Thonerde	0·20	0·44
Eisenoxyd	0·64	0·10
Kalkerde	0·30	0·48
Talkerde	0·02	0·07
Glühverlust	0·24	0·50
	99·59	99·61

In Südcelebes liegen an mehreren Orten Kohlen zu Tage aus, eine Braunkohle von schwarzer Farbe, der Steinkohle sehr ähnlich. Nirgends wird die Kohle abgebaut, weil einmal ihre Fundstellen zu tief im Innern liegen, so dass die Transportkosten zur Küste zu grosse sind, und zum andern auch ihr Nutzeffect ein zu geringer sein soll.

Zu Dulan steht eine Blätterkohle an, welche ein fossiles Harz von braunrother Farbe führt, das ich für Schraufit anspreche. An anderen Orten wird die Kohle schöner und dichter, zu Pechkohle,

Digitized by Google

auch diese wird von Schraufit-Schnüren durchzogen. Dieser Schraufit zeigt gelblich- bis bräunlichrothe Farbe, hat das spec. Gewicht 1·105 und ist durchscheinend; mitunter wird das Harz bräunlichschwarz und undurchsichtig.

Die Kohlen von Südcelebes und Banjermassin auf Borneo dürften von gleichem Alter sein, da sie sich in jeder Hinsicht gleichen und auch die letztere Kohle dasselbe fossile Harz führt[1]).

Zu Kantissan steht Kohle im Flusse an, Dr. Meyer schlug hier, im Flusse watend, Kohlenstücke ab. Derselbe übergab von diesem Fundort dem Commandanten eines holländischen Kriegsschiffes, Herrn Thierens, Kohlen zu einem Versuche, über welchen sich dann derselbe nicht günstig äusserte.

Ein Säckchen Kohlenasche von diesem Versuche liegt vor; ich habe die Asche nicht untersucht.

Fortsetzung folgt.

---

[1]) Tschermak's Mineral. Mitth. 1877, 302.

Digitized by Google

X. Ueber den Hessit (Tellursilberglanz) von Botes in Siebenbürgen.

Von **Dr. Friedrich Becke.**

Mit Tafel V.

Krystalle von Tellursilber gehören entschieden zu den seltenen Mineralen, sonst wäre es nicht möglich, dass das Mineral, trotzdem es schon seit Anfang dieses Jahrhunderts von mehreren Fundorten bekannt ist, in Bezug auf seine Krystallform bis vor Kurzem noch so gut wie unbekannt war. Die älteren Angaben von Hess und Suckow behaupten rhomboëdrische, spätere von Kenngott[1]) und Peters[2]) rhombische Krystallform.

Jüngst hat Schrauf[3]) ein Kryställchen von Hessit von Nagyag gemessen und auf die von vornherein zu erwartende Isomorphie mit dem Argentit hingewiesen.

Vor Kurzem wurde von Herrn Gentzsch in Wien auf seinen Reisen in Siebenbürgen ein neues Vorkommen dieses seltenen Minerales entdeckt, welches an Reichhaltigkeit der gefundenen Stufen, Grösse und Schönheit der Krystalle alle bisher bekannten Fundorte von Tellursilber übertrifft. Dieser Fundort ist das Goldbergwerk Botes bei Zalathna in Siebenbürgen.

Herr Professor Krenner[4]) in Pest hat vor einiger Zeit eine Beschreibung des dortigen Tellursilbervorkommens geliefert, nach einer Prachtstufe, welche sich gegenwärtig im Pester National-Museum befindet.

Die Krystallform fasst Krenner tesseral auf und gibt als beobachtete Flächen folgende an:

(100), (110), (210), (310), (111), (122), (211).

---

[1]) Sitzber. der Wiener Akad. XI., 20.
[2]) Sitzber. der Wiener Akad. XLIV., 110.
[3]) Zeitschr. f. Kryst. II., pag. 243, 1878.
[4]) Separatabdruck, Pest 1879.

Digitized by Google

Messungen sind in der kurzen Beschreibung nicht angeführt. Dagegen finden sich ziemlich vollständige Angaben über die paragenetischen Verhältnisse.

Da die Frage nach dem Krystallsystem des Tellursilbers nur durch genaue Messungen entschieden werden kann, diese Frage aber auch nach den Schrauf'schen Angaben noch als ungelöst zu bezeichnen ist, unternahm ich es um so lieber die erforderlichen Messungen vorzunehmen, als gerade das Botescr Tellursilber genauere Resultate zu versprechen schien.

Das Material zu der krystallographischen und chemischen Untersuchung hat mit anerkennenswerther Zuvorkommenheit Herr Gentzsch zur Verfügung gestellt.

Die Krystalle des Tellursilbers von Botes lassen sich nach ihrem Habitus auf 3 Typen zurückführen, die durch Zwischenglieder mit einander verbunden sind.

Der I. Typus zeigt Gestalten, die nach allen 3 Dimensionen des Raumes beiläufig gleich stark entwickelt sind. Diese machen häufig ganz den Eindruck tesseraler Formen. Bei der Messung zeigen auch die Winkel eine solche Aehnlichkeit mit den Winkeln des tesseralen Systems, dass wir dieses als erste Annäherung gelten lassen und zur Indexbestimmung verwenden können.

Gewöhnlich sind Würfel, Rhombendodekaëder und Oktaëder beiläufig im Gleichgewicht entwickelt.

Flächen, welche den Triakisoktaëder p (221), selten π (331) entsprechen, reihen sich zunächst an; mehr untergeordnet und sehr häufig unvollständig treten verschiedene Leucitoëder auf; beobachtet wurde r (112), s (113), t (223); ferner meist kleine Flächen von Tetrakishexaëdern: e (102), f (103). Oft sind sämmtliche auftretende Flächen gleich entwickelt; wenn dann noch eine Rundung der einzelnen Flächen hinzutritt, erscheinen die Kryställchen öfters wie Schrottkügelchen übereinandergehäuft.

Die Krystalle dieses Typus sind selten glänzend, meist sind sie von einer pulverigen schwärzlichen, russähnlichen Rinde bedeckt. Wird diese Rinde durch Bürsten entfernt, so erscheint die Oberfläche zwar glänzend aber uneben und öfters von kleinen Vertiefungen, die wie Aetzgrübchen aussehen, bedeckt. Zu genauen

Digitized by Google

Messungen sind daher diese Krystalle nicht verwendbar. Figur 1 zeigt einen solchen Krystall in porträtähnlicher Darstellung, der untere Theil der Figur ist ergänzt.

Durch allmälige Uebergänge ist dieser Typus mit einem zweiten verbunden, bei welchem die Krystalle nach einer der Würfelkanten gestreckt sind; in dieser Zone herrschen dann meist die Würfelflächen vor, so dass die auftretenden Rhombendodekaëderflächen und Tetrakishexaëder nur als schmale Facetten sichtbar werden. Geschlossen wird diese prismatische Gestalt am freien Ende durch eine sehr verschiedenartig ausgebildete, häufig sehr verzerrte Combination, welche gewöhnlich dadurch ausgezeichnet ist, dass die dritte Würfelfläche sehr zurücktritt, während öfters einzelne Flächen des Triakisoktaëders bedeutend vorherrschen. Dadurch erhält die Combination ein sehr unsymmetrisches Aussehen. Fig. 2 gibt ein Bild dieses Typus. Diesem Typus gehören die grössten Krystalle an, die ich beobachten konnte; bei einer Länge von 1—1·5 Cm. werden dieselben bis 5 Mm. dick. Krenner berichtet l. c. von noch grösseren Krystallen dieser Art. Auch diese Krystalle sind meist von einer russigen Rinde überzogen.

Der dritte Typus, der mit beiden vorhergehenden durch Zwischenglieder verbunden ist, weist meist kleine, dafür aber glänzende Kryställchen auf. Im Habitus ist keine Aehnlichkeit mit tesseralen Gestalten zu erkennen; erst die Winkelmessung erweist die Beziehung zum tesseralen System. Die Form der Krystalle ist meist eine spiessige oder schiefpyramidale ohne erkennbare Symmetrie. Dieselbe kommt dadurch zu Stande, dass eine der Zonen, welche der Zone Rhombendodekaëder-Oktaëder entspricht, vorherrschend entwickelt ist, während alle übrigen Flächen oft als punktfeine Facetten den Kopf der Form schliessen. Häufig tritt noch die eine oder andere Fläche der Form p (221) in grösserer Ausdehnung hervor. Figur 4 zeigt einen typischen Repräsentanten dieser Form. Figur 3 ein Zwischenglied zwischen dieser und Typus I.

Diesem Typus sind auch die lang nadelförmigen Gebilde zuzuzählen, die oft mehrere Centim. lang und kaum 0·5 Mm. breit zwischen spiessigen Kryställchen von Quarz hinziehen.

Die Krystalle dieses Typus sind in der Regel ziemlich glänzend und seltener geschwärzt als die früheren, sie sind meist von kleinen spiessigen Kryställchen einer jüngeren Quarzgeneration

Digitized by Google

begleitet, die, wie es scheint, gleichzeitig gebildet wurden. Krystalle dieses Typus sind selten mit denen der ersten beiden Typen vergesellschaftet und scheinen daher unter etwas anderen Umständen gebildet zu sein, als die der ersten beiden Typen.

Mit den Krystallen von Typus III finden sich öfter knieförmig gebogene Gebilde, die an Zwillinge erinnern. In den untersuchten Fällen zeigten sie sich jedoch stets als aus einem Individuum bestehend. Sie kommen durch Wechsel der Wachsthumsrichtungen zu Stande. Ein charakteristisches Beispiel zeigt Fig. 5.

Hier zeigt der rechte Theil des Krystalls die Zone 001 . 100 stark entwickelt mit den Flächen 101, 201, 102 etc., während der knieförmig abgebogene Theil nach der Zone $1\bar{1}0$, $0\bar{1}2$ gestreckt ist; am Knie treten die Flächen des Oktaëders, des Triakisoktaëders *p* (221) und von drei verschiedenen Leucitoëdern *r* (112), *s* (113), *t* (223) auf. Oft tritt dieser Wechsel der vorherrschenden „tektonischen" Zone wiederholt ein; es entstehen dann oft wunderlich gebogene zahnförmige Gebilde, welche den am krystallisirten Kupfer oder Silber beobachteten kaum etwas nachgeben.

Hervorzuheben ist dabei, dass nie beobachtet wurde, dass das Wachsthum zwischen zwei gleichartigen Axen wechselte. Wenn also der eine Theil nach der Zone 100 . 001 gestreckt war, ist der andere niemals nach 010 . 100 oder 010 . 001 gestreckt, sondern nach einer nicht nur der Richtung, sondern auch der Art nach verschiedenen Zone. Man könnte schon daraus den Schluss ziehen, dass die Richtungen, welche im tesseralen System gleichartig sind, beim Tellursilber nicht als gleichwerthig angesehen werden dürfen.

Bisher wurde der Betrachtung der Krystalle die Voraussetzung zu Grunde gelegt, dass dieselben dem tesseralen Krystallsystem angehören. In der That ist man unter dieser Voraussetzung im Stande, alle Combinationen aufzulösen und die Indices sämmtlicher Flächen zu bestimmen. Ob die Krystalle thatsächlich der tesseralen Symmetrie entsprechen, darüber können bei dem Umstande, dass uns die physikalischen Eigenschaften, vor allem die Optik, gänzlich im Stiche lassen, nur genaue Messungen Aufschluss geben. Leider findet man unter den Boteser Tellursilberkrystallen nur äusserst selten solche, die sich einer genauen Messung mit Erfolg unterziehen lassen.

Digitized by Google

Fig. 3 stellt in möglichst grosser Aehnlichkeit den besten der untersuchten Krystalle dar. Man beobachtet an ihm alle drei Würfelflächen. Die in der Mitte gab vorzügliche Spiegelbilder, die Fläche rechts war dagegen sehr unvollkommen, krumm und matt, so dass die Messungen, in welche diese Fläche eingeht, von vorne herein bei der Beurtheilung des Krystallsystems auszuschliessen sind.

Von dem dritten Würfelpaare ist am Krystall nur die untere in der Figur nicht sichtbare Fläche entwickelt, am oberen Ende ist der Krystall verbrochen. Von den Rhombendodekaëderflächen sind vier wohl entwickelt; die vordere mit d_1 bezeichnete spiegelt vorzüglich; minder gut die Flächen d_2 . d_3. Die am oberen rechten Rande auftretende Fläche d_4 ist gut.

Von den Oktaëderflächen ist o_1 sehr klein und kaum messbar, o_2 reflectirt mässig gut, doch gibt die Fläche mehrere Reflexe. o_3 ist dagegen glatt und glänzend, ausserdem auch ziemlich ausgedehnt. o_4 ist uneben und gibt schlechte Messungsresultate.

Von den Flächen des Triakisoktaëders ist eine p_1 sehr gross, ungemein glänzend und gibt ausgezeichnete Reflexe, die übrigen Flächen sind meist wenig vollkommen, zum Theil auch sehr schmal und klein. Sie treten durchaus nicht vollständig auf.

Ausser den Flächen des einfachsten Triakisoktaëders (221) tritt zwischen o_3 und d_4 auch noch eine Fläche π von einem Triakisoktaëder $\bar{3}31$ auf. Die Flächen des Leucitoëders (112) sind sehr unvollständig entwickelt, sie sind in der Fig. 3 mit r_1, r_2, r_3 bezeichnet. An einer Stelle zwischen c und o_4 tritt eine Fläche auf, die nach ihrem Zonenverbande und der approximativen Messung dem Leucitoëder s (113) angehört.

Von Pyramidenwürfeln sind einige Flächen der Form (102) e und einige der Form (103) f angehörig. Sie sind stets sehr schmal entwickelt und reflectiren meist zu schwach, um zur Systembestimmung dienen zu können.

An dem beschriebenen Kryställchen wurden zahlreiche Winkel gemessen; nur diejenigen, welche im Beobachtungsjournal als gut (g) und sehr gut (sg) bezeichnet sind, sollen im folgenden angeführt werden. Dieselben sind mit einem grossen Goniometer mit 2 Fernrohren ausgeführt; als Signal wurde nach vielen Versuchen ein Websky'scher Spalt benützt. In der Regel wurde drei bis fünfmal repetirt und die ganze Messung drei bis viermal wiederholt. Die

Digitized by Google

Differenzen zwischen den so erhaltenen einzelnen Resultaten übersteigen bei den guten Messungen nicht 3', bei den sehr guten nicht 1·5'.

Neben die beobachteten Werthe sind die für das tesserale System geltenden berechneten gesetzt; aus dem Vergleiche beider ergeben sich die Differenzen in der mittleren Columne unter δ.

Flächen	Zeichen	Beobachtet	Werth	δ	Tesseral ger.
$c \cdot d_1$	001 . 101	45° 12·4'	*sg*	— 12·4	45° 0'
$c \cdot d_2$	001 . $\bar{1}$01	44 49	*g*	+ 11	45 0
$d_1 \cdot e_1$	101 . 201	18 47	*g*	— 21	18 26
$d_1 \cdot a$	101 . 100	45 30	*g*	— 30	45 0
$c \cdot d_3$	001 . 0$\bar{1}$1	44 58	*g*	+ 2	45 0
$c \cdot p_1$	001 . 221	70 30·5	*sg*	+ 1	70 31·5
$c \cdot o_4$	001 . $\bar{1}\bar{1}$1	54 18·3	*g*	+ 25·9	54 44·2
$c \cdot o_2$	001 . 1$\bar{1}$1	55 2	*sg*	— 17·8	54 44·2
$c \cdot o_3$	001 . $\bar{1}$11	54 9	*sg*	+ 35·2	54 44·2
$o_3 \cdot p_7$	$\bar{1}$11 . $\bar{2}$21	15 54	*g*	— 6·7	15 47·3
$o_3 \cdot d_4$	$\bar{1}$11 . $\bar{1}$10	35 3·5	*g*	+ 12·3	35 15·8
$d_2 \cdot p_4$	0$\bar{1}$1 . $\bar{1}\bar{2}$2	19 8	*g*	+ 20·5	19 28·5
$d_2 \cdot p_3$	0$\bar{1}$1 . 1$\bar{2}$2	19 45	*g*	— 16·5	19 28·5
$d_2 \cdot o_2$	0$\bar{1}$1 . 1$\bar{1}$1	35 44	*g*	— 28·2	35 15·8
$d_2 \cdot a$	0$\bar{1}$1 . 100	90 34	*g*	— 34	90 0
$o_3 \cdot d_3$	$\bar{1}$11 . $\bar{1}$01	34 53	*g*	— 22·8	35 15·8
$o_3 \cdot p_5$	$\bar{1}$11 . $\bar{2}\bar{1}$2	54 29·3	*g*	+ 14·9	54 44·2
$o_3 \cdot d_1$	1$\bar{1}$1 . 101	35 28	*sg*	— 12·2	35 15·8
$d_1 \cdot p_2$	101 . 2$\bar{1}$2	19 39	*g*	— 10·5	19 28·5
$d_1 \cdot d_2$	101 . 0$\bar{1}$1	60 32	*sg*	— 32	60 0
$d_2 \cdot d_3$	0$\bar{1}$1 . $\bar{1}$01	59 37	*g*	— 23	60 0
$d_3 \cdot d_4$	$\bar{1}$01 . $\bar{1}$10	59 40	*g*	+ 20	60 0
$d_2 \cdot o_3$	0$\bar{1}$1 . $\bar{1}$11	89 24	*sg*	+ 36	90 0
d_1 o_3	101 . $\bar{1}$11	89 38 4	*sg*	+ 21·6	90 0
$d_1 \cdot p_1$	101 . 221	44 45·6	*sg*	+ 14·4	45 0
$p_1 \cdot o_3$	221 . $\bar{1}$11	78 53	*sg*	+ 1·3	78 54·3
				Summe der δ =	483·2'

Digitized by Google

Die Abweichungen gegenüber dem tesseralen System sind somit sehr bedeutend; der Fehler beträgt im Mittel 18·6′; nimmt man blos auf die sehr guten Messungen Rücksicht, so ergibt sich als mittlerer Fehler 18·4′, also ein kaum geringerer Werth.

Ich glaube nicht, dass man so bedeutende Abweichungen den Beobachtungsfehlern, oder der Ungunst des Materials zuschieben darf. Ich halte vielmehr dafür, dass die Ursache dieser Abweichungen darin liegt, dass das Tellursilber eben nicht tesseral, sondern in einem anderen, und zwar im triklinen System krystallisirt.

In der That, wenn man unter Zugrundelegung der fünf besten Werthe den Krystall als triklin berechnet, ergibt sich eine bedeutend bessere Uebereinstimmung.

Ich habe die Rechnung für folgende Annahmen durchgeführt:

$$\begin{array}{llll} c \,.\, d_1 & (001 \,.\, 101) & = 45^0 & 12{\cdot}4' \\ c \,.\, o_3 & (001 \,.\, \bar{1}11) & = 54 & 9 \\ c \,.\, p_1 & (001 \,.\, 221) & = 70 & 30{\cdot}5 \\ d_1 \,.\, o_3 & (101 \,.\, \bar{1}11) & = 89 & 38{\cdot}4 \\ d_1 \,.\, p_1 & (101 \,.\, 221) & = 44 & 45{\cdot}6 \end{array}$$

Aus diesen Winkeln ergibt sich das Axenkreuz:

$$\alpha = 90^0\,48{\cdot}8' \qquad \beta = 90^0\,12{\cdot}6' \qquad \gamma = 90^0\,18{\cdot}2'$$
$$a : b : c = 1{\cdot}0244 : 1 : 1{\cdot}0269.$$

In der Tabelle pag. 309 sind die aus obigen Annahmen berechneten Werthe mit den beobachteten zusammengestellt und zum Vergleich die tesseralen Werthe wiederholt. Die Uebereinstimmung ist unter Berücksichtigung des Umstandes, dass der Berechnung keine aus einer grösseren Anzahl von Messungen an mehreren Krystallen ermittelten Mittelwerthe zu Grunde gelegt werden konnten, eine ziemlich befriedigende.

Würde man übrigens das berechnete Axenkreuz nur als erste Annäherung betrachten, und die Annahmen unter Berücksichtigung der Differenzen corrigiren, so liesse sich wohl eine noch schärfere Uebereinstimmung erzielen.

Digitized by Google

Flächen	Zeichen	Triklin gerechnet	δ	Beobachtet	Werth	δ	Tesseral gerechnet
c . d_1	001 . 101	—	—	45°12 4′	*sg*	— 12·4′	45° 0′
c . d_3	001 . $\bar{1}01$	44°24·2′	— 14.6′	44 49	*g*	+ 11	45 0
d_1 . e_1	101 . 201	18 42	— 5	18 47	*g*	— 21	18 26
d_1 . a	101 . 100	45 36·3	+ 6·3	45 30	*g*	— 30	45 0
c . d_2	001 . $0\bar{1}1$	44 52 3	— 5 7	44 58	*g*	+ 2	45 0
c . p_1	001 . 221	—	—	70 30·5	*sg*	+ 1	70 31·5
c . o_4	001 . $\bar{1}\bar{1}1$	54 6·1	— 12 2	54 18 3	*g*	+ 25·9	54 44·2
c . o_2	001 . $1\bar{1}1$	55 2 9	+ 0 9	55 2	*sg*	— 17·8	54 44·2
c . o_3	001 . $\bar{1}11$	—	—	54 9	*sg*	+ 35·2	54 44·2
o_3 . p_7	$\bar{1}11$. $\bar{2}21$	15 43·8	— 10·2	15 54	*g*	— 6 7	15 47·3
o_3 . d_4	$\bar{1}11$. $\bar{1}10$	34 40	+ 23·5	35 3·5	*g*	+ 12 3	35 15·8
d_2 . p_4	$0\bar{1}1$. $\bar{1}\bar{2}2$	19 12·9	+ 4·9	19 8	*g*	+ 20·5	19 28·5
d_2 . p_5	$0\bar{1}1$. $\bar{1}22$	19 32	— 13	19 45	*g*	— 16 5	19 28·5
d_2 . o_2	$0\bar{1}1$. $1\bar{1}1$	35 35·9	— 8·1	35 44	*g*	— 28·2	35 15·8
d_2 . a	$0\bar{1}1$. 100	90 29·2	— 4·8	90 34	*g*	— 34	90 0
o_3 . d_3	$\bar{1}11$. $\bar{1}01$	35 0·6	+ 7·6	34 53	*g*	— 22·8	35 15·8
o_3 . p_5	$\bar{1}11$. $2\bar{1}2$	54 11.3	— 17·7	54 29·3	*g*	+ 14·9	54 44·2
o_2 . d_1	$1\bar{1}1$. 101	35 27·6	— 0·4	35 28	*sg*	— 12·2	35 15·8
d_1 . p_2	101 . $2\bar{1}2$	19 32	— 7·0	19 39	*g*	— 10·5	19 28·5
d_1 . d_2	101 . $0\bar{1}1$	60 12·1	— 19·9	60 32	*sg*	— 32	60 0
d_2 . d_3	$0\bar{1}1$. $\bar{1}01$	59 27·5	— 9·5	59 37	*g*	+ 23	60 0
d_3 . d_4	$\bar{1}01$. $\bar{1}10$	59 24·3	— 15·7	59 40	*g*	+ 20	60 0
d_2 . o_3	$0\bar{1}1$. $\bar{1}11$	89 32·3	+ 8·3	89 24	*sg*	+ 36	90 0
d_1 . o_3	101 . $\bar{1}11$	—	—	89 38·4	*sg*	+ 21·6	90 0
d_1 . p_1	101 . 221	—	—	44 45 6	*sg*	+ 14·4	45 0
p_1 . o_3	221 . $\bar{1}11$	78 53·2	+ 0·2	78 53	*sg*	+ 1·3	78 54 3
Summe der Differenzen:			195·7′			483·2′	
Mittlere Differenz . . .			9·3′			18·6′	
Mittl. Diff. d. „*sg*“ Mess.			5·9′			18·4′	

Digitized by Google

Bei der Berechnung des mittleren Fehlers der triklinen Rechnung wurden die fünf Fundamentalwinkel, welche $\delta = o$ geben, nicht mitgerechnet. Zieht man auch diese in Rechnung, so erhält man als mittlere Differenz 5·9′, respective für die sehrguten Messungen 3·0′.

Die grössere Wahrscheinlichkeit hat nach diesen Beobachtungen offenbar das trikline System.

Aus den angeführten Grundmessungen lassen sich folgende Winkel berechnen, die bei späteren Messungen zum Vergleich dienen können:

$$100 . 010 = 89^{\circ}\ 41{\cdot}7'$$
$$100 . 001 = 90^{\circ}\ 48{\cdot}8'$$
$$010 . 001 = 90^{\circ}\ 12{\cdot}3'$$

	100 ($\bar{1}00$)[1]	010 ($0\bar{1}0$)	001 ($00\bar{1}$)
110	44° 51·4′	44° 50·3′	90° 3′
$\bar{1}10$	(45 2·5)	45 15·8	88 49
101	45 35·3	89 54·8	45 12·4
$\bar{1}01$	(44 47)	90 21·3	44 24·2
011	89 17	45 4·8	45 7·5
$0\bar{1}1$	(89 30 8)	(44 55·4)	44 52·3
111	54 5·8	54 51	54 40·3
$1\bar{1}1$	55 50·6	(54 38·7)	55 3
$\bar{1}11$	(55 34 1)	55 20·7	54 9
$\bar{1}\bar{1}1$	(53 54·9)	(54 52·1)	56 6·1

[1]) Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Winkel zu der am Kopf der Columne eingeklammerten Fläche.

Digitized by Google

	111	$1\bar{1}1$ ($\bar{1}1\bar{1}$)	$\bar{1}11$ ($1\bar{1}\bar{1}$)	$\bar{1}\bar{1}1$
110	35° 22·7′	—	—	35° 50·9′
$\bar{1}10$	—	(36° 8·1′)	34° 40′	—
101	35 3·8	35 27·6	—	—
$\bar{1}01$	—	—	(35 0·6)	34 46·6
011	35 11·2	—	35 8 9	—
$0\bar{1}1$	—	35 35 9	—	34 38 6

$111 . 1\bar{1}1 = 70° 31·4′$ $\quad 1\bar{1}1 . \bar{1}11 = 70° 48·1′$
$111 . \bar{1}11 = 70° 20·1′$ $\quad 1\bar{1}1 . \bar{1}\bar{1}1 = 70° 14·5′$
$111 . 11\bar{1} = 71° 13·6′$ $\quad \bar{1}11 . \bar{1}\bar{1}1 = 69° 47 2′$

Aus den allerdings sehr approximativen Messungen an dem in Fig. 2 dargestellten Krystall ergibt sich für denselben folgende Beziehung zu dem Krystall Fig. 3.

Beobachtet	Berechnet
$a . b = 89° 21′$	$010 . 100 = 89° 41′$
$a . c = 90 45$	$100 . 001 = 90 48$
$b . c = 90 52$	$010 . 001 = 90 12·3$
$a . d_5 = 44 15$	$100 . 110 = 44 51$

Daraus ergibt sich für Fig. 2 folgende Combination:
Endflächen: a (100), b (010), c (001).
Prismen: d_4 ($\bar{1}10$), d_5 (110), f_6 (310), f_5 (130), f_4 ($\bar{1}30$).
Querdomen: d_1 (101), d_3 ($10\bar{1}$), f_2 (103), f_7 ($30\bar{1}$).
Längsdomen: f_1 (013), d_6 (011), f_3 (031), f_8 ($03\bar{1}$).
Pyramiden: Rechts vorne oben: o_1 (111), p_1 (221), p_9 (122), p_{10} (212), r_4 (121).
Rechts hinten oben: o_3 ($\bar{1}11$), p_7 ($\bar{2}21$), p_8 ($\bar{1}22$), p_6 ($\bar{2}12$), r_3 ($\bar{1}21$).
Rechts vorne unten: $\bar{o}_4$ ($11\bar{1}$).

Digitized by Google

Die von Schrauf l. c. am Nagyager Tellursilber gemessenen Winkel lassen sich zum Theil ganz gut auf unser Axenkreuz beziehen. Es sind nämlich die Flächen bei Schrauf: $a = 100$, $o_1 = 11\bar{1}$, $o_2 = 1\bar{1}\bar{1}$, $d_1 = 110$, $d_2 = 10\bar{1}$, $d_3 = 01\bar{1}$, $p_1 = 22\bar{1}$, $p_2 = 21\bar{2}$, $p_3 = 12\bar{2}$, $p_4 = 1\bar{2}\bar{2}$, $p_5 = 21\bar{2}$.

Schrauf gemessen	Triklin gerechnet
$ao_1 = 53\frac{3}{4}^0$	$100 . 11\bar{1} = 53^0\ 54{\cdot}9'$
$ao_2 = 55\frac{1}{4}$	$100 . 1\bar{1}\bar{1} = 55\ \ 34{\cdot}1$
$d_1o_1 = 36\frac{1}{4}$	$110 . 11\bar{1} = 35\ \ 50{\cdot}9$
$o_1d_3 = 36\frac{1}{2}$	$11\bar{1} . 01\bar{1} = 34\ \ 38\ (?)$
$o_1d_2 = 34\frac{1}{2}$	$11\bar{1} . 10\bar{1} = 34\ \ 46{\cdot}6$
$d_2o_2 = 35$	$10\bar{1} . 1\bar{1}\bar{1} = 35\ \ 0{\cdot}6$
$o_1p_2 = 15\frac{3}{4}$	$11\bar{1} . 21\bar{2} = 15\ \ 35{\cdot}9$
$p_2d_2 = 19^0\ 5'$	$21\bar{2} . 10\bar{1} = 19\ \ 11$

Die Uebereinstimmung ist, wenn auch nicht gerade genau, doch bemerkenswerth.

Es erübrigt noch einiges über die sonstigen physikalischen Eigenschaften, über die chemische Zusammensetzung und über das paragenetische Vorkommen zu sagen.

Die Farbe der frischen Tellursilberkrystalle ist lichtstahlgrau, auf frischen Bruchflächen mit einem entschiedenen Stich ins röthliche. Die Härte wurde gleich 2 gefunden. Das Mineral ist sehr dehnbar, übertrifft in dieser Eigenschaft weitaus den Pyrargyrit, ohne indess den Argentit zu erreichen. Das specifische Gewicht wurde mit 2·0584 Gramm Substanz, im Pyknometer zu 8·318 bestimmt.

Da von dem Boteser Mineral noch keine Analyse gemacht ist, führte ich eine solche im Laboratorium des Herrn Professor Ludwig in Wien aus.

Die qualitative Untersuchung ergab: Silber, Gold, Tellur, Abwesenheit von Schwefel, Selen und anderen durch Schwefelwasserstoff fällbaren Metallen.

Digitized by Google

Zur quantitativen Untersuchung wurde das feingepulverte Mineral mit Salpetersäure oxydirt, wobei sich das Gold in Form eines braunen Pulvers abschied.

Im Filtrat von Gold wurde zuerst das Silber mittelst Salzsäure ausgefällt, im Filtrat das Tellur durch schweflige Säure gefällt, auf einem Glaswollfilter gesammelt und bis zum constanten Gewicht zuletzt bei 150° C. getrocknet.

Der Rückstand von der Behandlung mit Salpetersäure wurde in Königswasser gelöst, wobei noch etwas Chlorsilber sich bildete, das nach der Auflösung in Ammoniak eine geringe Menge (0·4%) unlöslicher Verunreinigung (Quarz) zurückliess. Das Gold wurde mit Eisenvitriol gefällt. Das Filtrat vom Goldniederschlag enthielt kein Tellur mehr.

Die Analyse gab folgende Zahlen:

0·9270 Gr. Tellursilber gaben Chlorsilber 0·6871 Gr., Silber 0·0301 und 0·0136 Gr., in Summe 0·5626 oder 60·69% Silber, ferner 0·0127 Gr. oder 1·37% Gold und 0·3450 Gr. oder 37·22% Tellur, endlich 0·0037 Gr. oder 0·40% unlöslichen Rückstand (Quarz).

Silber	60·69	Proc.
Gold	1·37	„
Tellur	37·22	„
Quarz	0·40	„
	99·68	

Dividirt man die Procentzahlen durch die Atomgewichte so erhält man:

Silber	=	5619
Gold	=	69
Tellur	=	2909

Zieht man vom Tellur die Menge, welche dem gefundenen Silber nach der Formel Ag_2Te entspricht, nämlich 2809 ab, so bleibt für 69 Gold 100 Tellur; daraus ergibt sich das Verhältniss von Gold zu Tellur wie 2 : 3, das Gold ist daher nicht als solches mechanisch beigemengt, gegen welche Annahme schon die Abscheidung durch Salpetersäure in Form eines ungemein feinen schwarzbraunen Pulvers spricht, sondern es ist als Au_2Te_3 der Silberverbindung beigemengt.

Digitized by Google

Nimmt man gegen 84 Ag_2Te 1 Au_2Te_3 als vorhanden an, so lässt sich die Analyse in folgender Weise berechnen (I.). Zum Vergleich ist unter II. das auf 100 gerechnete Verhältniss der gefundenen Mengen von Silber, Gold und Tellur beigesetzt:

	I.	II.
Silber	61·14	61·13
Gold	1·33	1·38
Tellur	37·53	37·49

Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist eine sehr zufriedenstellende.

Zum Schluss noch Einiges über die paragenetischen Verhältnisse.

Mit dem Tellursilber von Botes kommen folgende Minerale vor:

1. Quarz, derb und krystallisirt in der Form des Bergkrystalls, bildet meist die Unterlage der Stufen und scheint das älteste der gebildeten Minerale zu sein. Gleichzeitig mit Quarz entstanden auch

2. Kupferkies und

3. Pyrit, meist in derben Quarz eingesprengt.

4. Zinkblende von dunkelbrauner Farbe; jünger als Quarz, älter als Tellursilber, von welch letzterem sie meist überwachsen ist. Krystalle von tetraëdrischer Form, meist vielfach verzwillingt, sind nicht häufig. Daran reiht sich

5. Tellursilber; fast immer krystallisirt, selten ohne Krystallform, in kleinen derben Massen, die Zwischenräume der Quarz- oder Blendekrystalle ausfüllend. Die Krystalle von Typus I und II meist zu Drusen vereinigt, in denen sich die einzelnen Krystalle gegenseitig berühren und hemmen. Die Krystalle von Typus III zwar zahlreich beisammen, aber mehr gesondert.

6. Adular; einzelne wenige Millimeter grosse Kryställchen, meist auf Tellursilber sitzend.

7. Gold in zähnigen oder blechartigen Formen und dann jüngerer Bildung als Tellursilber, oder fein eingesprengt im Quarz und dann entschieden älter.

8. Eine jüngere Generation von kleinen drusigen kaum 1 bis 2 Mm. grossen Quarzkryställchen.

Digitized by Google

9. Nach freundlicher Mittheilung des Herrn Gentzsch wurde auch Fahlerz in kleinen glänzenden Tetraëdern beobachtet.

Mit den Krystallen von Typus I und II kommt besonders häufig Blende vor, mit denen von Typus III gewöhnlich der jüngere Quarz.

Die Resultate vorliegender Arbeit lassen sich kurz dahin zusammenfassen:

Das Tellursilber von Botes ist ein Hessit von der Formel Ag_2Te, eine geringe Menge Au_2Te_3 ist beigemengt. Die Krystallform des Minerales ist triklin, jedoch dem tesseralen System äusserst nahe, also eine trikline Grenzform von scheinbar tesseraler Symmetrie.

Letzteres Resultat ist umso bemerkenswerther, als auch das von Schrauf l. c. als Stützit beschriebene Tellurmineral nicht rhombisch, wie die analog zusammengesetzte Schwefelkupferverbindung (Kupferglanz), sondern monoklin mit sehr grosser Winkelähnlichkeit gefunden wurde.

Wien, Mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Wenig verzerrte, tesseral aussehende Combination der Flächen a (100), d (110), e (210), o (111), p (221), r (112); der untere Theil der Figur ist ergänzt. Typus I.

Fig. 2. Nach der Zone a (100), c (001) gestreckte Form, die Flächen sind wesentlich dieselben wie in Fig. 1, statt e (210) treten Flächen des Tetrakishexaëders f (310) auf. Typus II.

Fig. 3. Mittelglied zwischen Typus I und III. Die Buchstaben bezeichnen dieselben Flächen wie früher. s ist die Fläche 113. Die Fläche $\bar{a} = \bar{1}00$ ist am Original nicht beobachtet; sonst sind alle Verhältnisse möglichst porträtähnlich. Was die trikline Aufstellung anbelangt, so ist $c = 001$, $b = 010$, $\bar{a} = \bar{1}00$. Der Index der übrigen Flächen ergibt sich daraus unter Berücksichtigung der von Fig. 1 beibehaltenen Bedeutung der Buchstaben von selbst.

Fig. 4. Typus III. Combination von Würfel, Rhombendodekaëder, Oktaëder und Flächen des Triakisoktaëders p. Triklin aufgefasst ist $b = 0\bar{1}0$, $c = 001$, $o_4 = \bar{1}\bar{1}1$, $o_2 = 1\bar{1}1$, $o_1 = \bar{1}\bar{1}\bar{1}$, $o_3 = 1\bar{1}\bar{1}$.

Fig. 5. Knieförmiger Krystall; der rechte Theil ist nach einer Würfelkante, der linke nach einer Zone d ($1\bar{1}0$), e $0\bar{1}2$) gestreckt, an diesem treten nebst Flächen der Form p (221) dreierlei Ikositetraëder auf: r ($12\bar{1}$, s $1\bar{1}3$), t ($3\bar{2}\bar{2}$).

Sämmtliche Figuren sind mit Beibehaltung der Verzerrungen gezeichnete porträtähnliche Bilder beobachteter Krystalle.

Digitized by Google

XI. Der Boden und die Quellen von Slanik.

Von G. Tschermak.

Slanik ist gegenwärtig der erste Badeort Rumäniens. In einem engen aber anmuthigen Karpathenthal an der Grenze gegen Siebenbürgen gelegen, von steilen Bergen und üppigen Wäldern umgeben, bietet es dem Besucher ausser der Wirkung seiner mannigfaltigen Mineralquellen zugleich die Annehmlichkeit einer freundlichen Sommerfrische während der heissen Monate, welche im Flachlande Rumäniens so empfindlich werden. Besitzer des Bades ist seit 1856 St. Spiridon in Jassy, eine grossartige humanitäre Stiftung, welche durch die von der Regierung ernannte Epitropie verwaltet wird. Seit dem Jahre 1877 datirt die Erweiterung Slaniks durch Errichtung mehrerer Gebäude und Planirung des Grundes. In der Absicht nun, den Badeort zu heben, und sowohl das Gebiet der Quellen und Bäder zeitgemäss umzugestalten, als auch durch neue Bauten dem Publikum ähnliche Bequemlichkeit des Wohnens zu bieten, wie sie die Bäder des Westens auszeichnen, begann die Epitropie mit dem vorigen Jahre bedeutende Veränderungen vorzunehmen und einen umfassenden Plan für die Erweiterung der ganzen Anlage zu entwerfen. Ein Theil der nöthigen Vorarbeiten bestand auch in der geologischen Untersuchung des Quellenterrains. Ich folgte gerne der freundlichen Einladung, welche die Epitropie an mich ergehen liess und unternahm, begleitet von meinem Freunde Herrn Dr. S. Konya in Jassy, einen Besuch der interessanten Gegend. Von den hiebei erhaltenen Resultaten mögen in der Folge die wichtigsten mitgetheilt werden.

Das Bad Slanik liegt in der westlichen Moldau im Bezirke Trotusch, der einen Theil des Bakauer Kreises bildet. Von der Eisenbahn aus erreicht es der von Norden Kommende von der Station Bakau her, der von Süden Kommende aber von Adjud aus. In beiden Fällen führen die Wege von der Ebene bald in das diluviale Hügelland, aus gelblichem Berglehm bestehend, und

Digitized by Google

durch die tertiären Schichten gegen das Gebirge, welches dem grossen Zuge der Karpathen angehört. Sobald die Ufer des Trotusch erreicht sind hat man zu beiden Seiten ziemlich ansehnliche Sandsteinberge neben sich, welche nun bis zum Ziele anhalten. Bei der Stadt Okna am Trotuschflusse blickt man auch schon in jenes Seitenthal, in welchem der Badeort liegt.

Dieses Thal, welches der Slanikbach in östlicher Richtung durchfliesst, beginnt schon in Siebenbürgen durch die Vereinigung einiger Hochthäler, welche zu dem Nagy Sándor (853 Meter), zu dem Vapaberg und dem Kishavas emporführen. Es ist dem benachbarten und südlich davon gelegenen Oitosthale parallel, welches letztere die Poststrasse aufnimmt, die von Okna aus der Moldau über den Oitospass nach Bereczk in Siebenbürgen und weiter nach Kronstadt führt. Im Norden ist es das Doftianathal und noch weiter nördlich das Usathal, welche mit dem Slanikthale ungefähr gleiche Richtung haben. Alle diese Thäler senden ihre Wässer zu dem Flusse Trotusch, welcher bei Okna vorübereilt um später eine südöstliche Richtung einzuschlagen und sich mit dem Sereth zu vereinigen. Die Stadt Okna liegt der Mündung des Slanikthales gegenüber, ist vom Badeorte 17 Kilometer entfernt und ist für letzteren begreiflicherweise eine sehr wichtige Station.

Die Namen Slanik und Okna, welche sich auf Salzquellen und Salzbergbaue beziehen, kehren in Rumänien wieder. Der Ort Okna am Trotusch ist aber wegen des unmittelbar an der Stadt gelegenen Salzwerkes am bekanntesten und in die geologische Literatur schon durch Fichtels Geschichte des Steinsalzes in Siebenbürgen aus dem Jahre 1780 eingeführt. Auch der Oitospass, welcher öfter von Geologen besucht wurde, wird von Fichtel in den mineralogischen Bemerkungen von den Karpathen 1791 erwähnt und später von Boué und von Partsch beschrieben[1]). Das Vorkommen von Petroleum sowohl hier als bei Okna und Moineschti hat ebenfalls schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher auf diese Gegend gelenkt, und es wurde auch in den genannten Werken geschildert. Der Ozokerit von Slanik ist bereits vor 1833

[1]) Boué, Geognostisches Gemälde von Deutschland, 1829. — Partsch in Hauer und Stache, Geologie Siebenbürgens, pag. 290.

Digitized by Google

durch v. Meyer und Glocker bekannt geworden[1]) und in späterer Zeit war es die Petroleumindustrie, welche Coquand veranlasste, eine geologische Untersuchung dieser Gegend zu unternehmen. Die Ergebnisse seiner Reise in der Moldau und Walachei hat derselbe im Zusammenhange veröffentlicht[2]).

Slanik.

Wenn man das Slaniker Thal von unten her betritt, so wird man sehr bald auf die steilen Abhänge zu beiden Seiten aufmerksam und bei der Gura Slaniculu genannten Verengerung bemerkt man zur Rechten einen gelblichen blockförmig abgesonderten Sandstein in nördlich einfallenden Schichten, unterhalb aber eine Abwechslung von hellem Sandstein und dunklem Schiefer, so dass das Ganze wie gebändert aussieht. Diese oft horizontal verlaufenden Bänder sieht der Ankommende auf steiler Entblössung anfangs zur Rechten, später auf beiden Abhängen und in der nunmehr engen Schlucht geben die Trümmer des aufliegenden Sandsteines der Landschaft ein wildes Ansehen. Die riesigen Blöcke treten überall am Abhange hervor und hindern den Weg im Thal. Stellenweise überhängend gönnen sie kaum der Strasse einen Raum.

Dieser Sandstein wird häufig zu Steinmetzarbeiten verwendet, wovon die Umgebung zahlreiche Beispiele liefert.

Vom Walde gekrönt erscheint bald hierauf zur Linken eine schöne Felswand, aus dicken, horizontalen Bänken von Sandstein bestehend, welche eine ziemlich regelmässige verticale Absonderung zeigen. Nun erweitert sich das Thal wiederum, die Abhänge sind weniger steil, die Strasse passirt das Dorf Cerdak. Zur Rechten zieht sich ein kleines Seitenthal, Pureo roshi genannt, herauf, durch das Vorkommen des Ozokerits bekannt. Später zeigen sich wiederum steile Abhänge, rechts mit den Trümmern des Sandsteines, links aber durch dunkle kohlige Schiefer auffallend, welche mehrfach ihre Lage ändern, hier steil aufgerichtet sind, dort mehr der horizontalen Lage genähert, im Allgemeinen endlich geneigt und zwi-

---

[1]) Glocker in Schweigger's Journ. f. Chem. u. Phys. Bd. 69, pag. 215, Jahrg. 1833.

[2]) Bulletin de la soc. géol. d. France. 2. serie, T. 24, pag. 505 ff., 1867.

Digitized by Google

schen ihren dunklen Platten vielfach dünne Schichten von Sandstein einschliessend. Bevor man das Bad Slanik erreicht, passirt man die Mündung eines grünen Seitenthales, welches sich zur Linken öffnet und bis zur siebenbürgischen Grenze reicht. Oestlich wird es von dem Munte Cerbu, westlich aber von dem Höhenzuge eingeschlossen, aus welchem die Mineralquellen entspringen.

Im Hauptthale hat man jetzt das Bad Slanik vor sich zwischen dem nördlich gelegenen Pereu Pufu und dem südlichen steilen Abhange eingeschlossen, an dessen Fusse gasreiche Quellen emportreten und welcher deshalb von den Anwohnern Piçorul Borvizului genannt wird [1]). Das Quellengebiet aber liegt hinter den im Halbkreis erbauten Wohnhäusern in der Thalspalte, welche dem aufwärts schreitenden Besucher zur linken anstehenden Sandstein mit beiläufig west-östlichen Streichen und hierauf zu beiden Seiten bis zur Höhe hinauf graue Sandsteinhalden zwischen dem Tannen- und Buchenwalde zeigt.

Weiter aufwärts erweitert sich das Thal wiederum ein wenig, der Slanik bildet einen Wasserfall und die waldigen Abhänge sowie der grüne Thalgrund bieten schöne Spaziergänge in dem Slanikthale aufwärts, welches jenseits der Grenze sich in der angegebenen Weise gabelt und verzweigt.

Die ganze Länge des Slanikthales sowie die nördlichen Parallelthäler sind in einem Schichtensystem eingeschnitten, welches aus einer bunten Folge von gröberen und feineren Sandsteinen und von dünnblättrigen Schiefern besteht, die häufig Spuren von Pflanzenresten zeigen und unter diesen meistens jene Fucoiden erkennen lassen, welche unter dem Namen Chondrites intricatus und Chondrites furcatus bekannt sind. Die gleich aussehenden Schiefer und Sandsteine werden in Oesterreich und Ungarn gewöhnlich Wienersandstein und Karpathensandstein genannt, während man derlei fucoidenführende Schichten in der Schweiz als Flysch, in Italien als Macigno oder Tasello bezeichnet. Die Gesteine des Flysch ziehen am Nordrande der Alpen fort und enthalten an manchen Stellen Nummuliten und charakteristische Eocänversteinerungen.

---

[1]) Borviz, aus dem Ungarischen, ein Wasser bezeichnend, welches man zum Weine trinkt, im benachbarten Siebenbürgen vorzugsweise für den Säuerling von Borszék gebräuchlich.

Digitized by Google

Als Wienersandstein vielfach beschrieben, bildet ein petrographisch ähnlicher Schichtencomplex den Boden des Wienerwaldes und geht in der Gegend des Kahlenberges über die Donau, um später wiederum in Mähren aufzutauchen und weiterhin in Schlesien bedeutende Höhenzüge zu bilden.

In gleichförmiger Entwickelung umzieht weiterhin der Karpathensandstein, ein breites waldiges Bergland bildend, Ungarn im Norden der Tatra, dann Galizien, die Bukowina, Siebenbürgen, die westliche Moldau, die Walachei, um sich an die Höhen des Balkan zu reihen. Boué hat schon 1840 bei der Beschreibung des Karpathensandsteines der Donaufürstenthümer geäussert, man sehe sich an den Kahlenberg bei Wien versetzt[1]), so gleichartig verhält sich der Gesteinscharakter in dem ganzen Zuge. Die früheren Autoren pflegten diese Sandsteine als Glieder der Kreideformation zu betrachten und Beyrich's Beobachtungen bekräftigten es, doch gelang es erst Hohenegger durch jahrelange aufmerksame Studien in den Nordkarpathen eine geologische Gliederung der ganzen Bildung zu erkennen, welcher gemäss dieselbe in den unteren Schichten das Neocomien und in den darauffolgenden das Aptien, Albien und Cenomanien repräsentiren, während die jüngsten Sandsteine als eocän betrachtet werden[2]). In den übrigen Theilen der Karpathen konnte F. v. Hauer anfänglich zwischen den eocänen und den Kreideschichten nur eine provisorische Grenze ziehen, bis neuerliche Funde sowohl im Wienersandstein als in den Karpathen bewiesen, dass der grössere Theil jener Sandsteine zur Kreideformation zu rechnen und nur die oberen Schichten als eocän zu betrachten seien[3]). v. Hauer macht auf die Zusammenschiebung der Sandsteinbildungen aufmerksam, welcher zufolge die Mächtigkeit scheinbar vergrössert werde und erklärt das Vorkommen der genannten Fucoiden für die Trennung der beiden Formationen für bedeutungslos, da sie gleicherweise in den älteren, der Kreideformation angehörigen Schichten wie in den eocänen Bildungen vorkommen[4]), was bei der Gleichförmigkeit des Bildungsactes, die sich

[1]) Esquisse géologique de la Turquie d'Europe, Paris 1840.

[2]) Geognostische Karte der Nordkarpathen, Gotha 1861.

[3]) Erläuterungen zur geol. Karte von Oesterreich. Ostkarpathen.

[4]) Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der österr.-ungar. Monarchie, Wien 1878.

Digitized by Google

in dem petrographischen Charakter ausspricht, als gar nicht befremdlich erscheint. Durch die Aufnahmen Stur's in Ungarn, ferner durch die sorgfältige autoptische Vergleichung der Formation der Nordkarpathen mit jener in der Bukowina, welche Paul ausführte [1]), wurde an vielen Stellen die vollständige Uebereinstimmung des Schichtensystemes erwiesen. Auch für Siebenbürgen gelang es Herbich durch die Auffindung mehrerer bezeichnender Versteinerungen, die Verbreitung der Kreidebildungen in dem dortigen Karpathensandstein zu erkennen. Herbich stellt demgemäss einen grossen Theil der Sandsteine an der Ostgrenze Siebenbürgens zum Neocomien und zählt zu denselben auch jene Gebilde, welche in nördlicher Richtung über Zabola, Gelencze, Osdola, Oitos in die Kászon streichen [2]), also auch jene Sandsteine, von welchen vorhin gesprochen wurde. Man hat somit gegenwärtig allen Grund, die Schichten, welche das Slaniker Thal umgeben, sammt den im Norden anschliessenden Bildungen der Kreide zuzurechnen, während die auflagernden Steinsalz und Petroleum führenden Schiefer einer jüngeren Formation beizuzählen sind. Coquand, welcher bemüht war eine stratigraphische Classification der Sandsteine von Okna, Slanik und vom Oitospasse zu treffen, nennt alle zusammen Flysch und Macigno und hält selbe für eocän, wobei er sich jedoch blos auf das Vorkommen der genannten Fucoiden stützt, welche wie gesagt kein stratigraphisches Merkmal abgeben.

Charakteristisch für die hier geschilderte Gegend ist der Wechsel von feinkörnigen kalkfreien, gelblichen Sandsteinen, welche durch ihre blockförmige Absonderung ein massiges Ansehen darbieten und von kalkhaltigen gebänderten Schichten, welche aus einem Wechsel von hellen Sandsteinen mit dunklen Schiefern bestehen, endlich der fast gänzliche Mangel an Zwischenlagen mergeligen Kalksteines, welche in den entsprechenden Schichtensystemen anderer Gegenden so häufig sind.

Der gelbliche Blocksandstein besteht aus weissen rundlichen Quarzkörnern und wenig Glimmerblättchen mit wenig thoniger Grundmasse, welche eine geringe Menge von Brauneisenerz, aber keine

---

[1]) Grundzüge der Geologie d. Bukowina. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, 26. Bd., Jahrg. 1876, pag. 263 ff.

[2]) Verhandl. d. geol. Reichsanstalt, Jahrg. 1873, pag. 283.

Digitized by Google

Carbonate enthält. Im Dünnschliffe sieht man die meist abgerundeten Quarzkörner und seltenen Feldspathkörnchen dicht aneinander gedrängt, so dass nur sehr wenig Grundmasse übrig bleibt. An manchen Stellen erkennt man auch einfach brechende Partikel, die Opal sein dürften. Als fremde Einschlüsse bemerkt man öfter kleine hohlige Theilchen und öfters Splitter schiefriger Textur, welche dem Damourit entsprechen. Herr Lessman hat grössere Einschlüsse dieser Art aufgefunden, welche abgerollt erscheinen, im frischen Zustande blassgrünlich und durchscheinend sind, im verwitterten Zustande aber trüber und locker werden. Man könnte dieselben nach dem Verhalten vor dem Löthrohr als Damouritschiefer bezeichnen. Der graue Sandstein enthält scharfkantige Quarzkörner, auch Feldspathkörnchen, ferner Blättchen von Biotit und Muscovit, ausserdem Körner eines braunen Eisenoxydsilicates, das zu den Chloriten zu stellen ist, sowie kohlige Partikel. Dies alles ist durch eine thonig kalkige Grundmasse verbunden, welche auch Siderit enthält. Die dunklen Schiefer bestehen aus denselben Mineralen bei vorwiegender Grundmasse und gleichzeitiger Zunahme der kohligen Theilchen. In den Klüften findet sich zuweilen ein sehr feiner hellgelber Thon, welcher leicht für einen Schwefelabsatz gehalten werden kann.

In den grauen Sandsteinen und den begleitenden Schiefern sind deutliche Fucoiden nicht selten, hie und da finden sich Harzkörner darin, auch Körnchen von Pyrit. Schnüre von weissem Calcit sind häufig. Zuweilen werden die Schiefer völlig bituminös und sind schon oft für Kohle gehalten worden, welche übrigens auch in der Gegend in schwachen Schmitzen angetroffen wird.

Ein merkwürdiges Vorkommen ist der Ozokerit, welcher in dem Thale seitlich Cerdak gefunden wird. Herr Lessmann machte mich mit der Art des Auftretens bekannt, welches ein ganz unregelmässiges zu nennen ist. Das Mineral findet sich in knolligen und plattigen Stücken, sowie in Adern im zerklüfteten Gestein, oft auch in feiner Vertheilung dem Thonschiefer einen Wachsglanz verleihend. In der Grube tritt es in Folge des Druckes häufig wulstförmig aus den Wänden hervor. Die Eigenschaften sind schon von Glocker und Schrötter angegeben. Das Aussehen ist ein zweifaches. Einmal findet sich der Ozokerit in reinerem Zustande als eine etwas blätterige Masse, die im auffallenden Lichte lauchgrün,

Digitized by Google

im durchfallenden aber rothgelb erscheint, also deutliche Fluorescenz wahrnehmen lässt und welche erst durch Druck und Erwärmung klebrig wird, zweitens aber zeigt sich häufig eine tiefbraune, faserige, weiche, etwas klebrige Masse, die sich beim Biegen etwas elastisch zeigt. Sie ist als unreiner Ozokerit anzusehen. Auch im Doftianathal, also nördlich von dem zuvor genannten Thale wurde im Bereiche des Sandsteins Ozokerit in geringer Menge gefunden.

Im Süden des Slanikthales wechselt die Zusammensetzung des Bodens. Die gelblichen Sandsteine halten bis zum Pass von Oitos an mit südlicher Neigung, jedoch tritt nach Partsch in der Gegend von Sósmező ein rother Schieferthon auf und findet sich ein weisser feinkörniger Gyps. Diese Bildungen entsprechen jenen bei Okna, die noch später berührt werden.

Das Quellengebiet.

Die Quellen von Slanik sind schon seit längerer Zeit bekannt. Nach den vom Badearzte Dr. C. Aronovici gesammelten Nachrichten[1]) soll 1800 der damalige Besitzer Sardar Michaluka auf die Eigenschaften derselben aufmerksam geworden sein. Allmälig entwickelte sich ein ärmliches Bauernbad, aus einigen hölzernen Baraken bestehend, welche nur dürftigen Schutz gegen das Wetter boten. Das Wasser zum Bade wurde durch Steine, welche in einem unter freiem Himmel prasselnden Feuer glühend gemacht waren, erwärmt. So blieben die Verhältnisse bis in die letzte Zeit, als durch die neue Verwaltung die Umgestaltung des Badeortes begann.

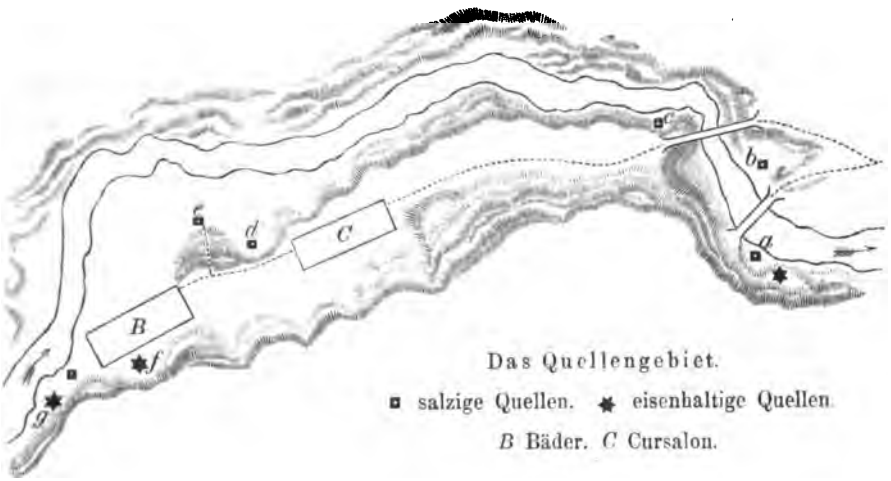
Die Kenntniss der Quellen wurde durch die im Jahre 1855 von Peter Schnell in Kronstadt publicirten Analysen angebahnt[2]). Dieselben sind von Schnell und Dr. Stenner ausgeführt. Jede der stärkeren Quellen ist nach der Folge der Entdeckung mit einer Nummer bezeichnet, auch jede mit einem Namen versehen.

Wer die Wohnhäuser des Badeortes verlässt, um die Quellen aufzusuchen, erblickt sogleich eine Felswand, welche zur Linken deutliche Schichtung zeigt, weiter zur Rechten aber die Gliederung

[1]) Curierul v. 15. August 1879.

[2]) Verhandlungen und Mittheilungen des siebenbürgischen Vereines für Naturw. 6. Jahrg., pag 5.

Digitized by Google



Das Quellengebiet.
▫ salzige Quellen. ✱ eisenhaltige Quellen.
B Bäder. *C* Cursalon.

in Schichten verliert. An der Grenze beider Theile entspringt aus einem Schieferblatte des Felsens jene Quelle, welche ich mit *a* bezeichne und die nach der üblichen Nummerirung als Nr. 1 gilt. Es ist die Trinkquelle.

Bevor man jedoch die Brücke betritt, welche über den Slanikbach zu jener Quelle führt, hat man zur Rechten die Quelle *b*, die einzige, welche auf dem linken Ufer des Baches hervorbricht, und welche bisher als Nr. 2 bezeichnet wurde. Letztere ist auffallend durch den Absatz von Kalktuff, der einen Ueberzug auf dem umgebenden Sandstein bildet. Wie gewöhnlich sind es auch hier Algen, welche bei der Kalktuffbildung mitwirken. Von der Quelle *a* gelangt man am linken Bachufer aufwärts schreitend zu einer dritten Quelle *c*, die bisher als Nr. 2 angeführt wird. Die höher liegende zweite Brücke führt zum Cursalon, von dem aus eine Treppe zu den tiefer liegenden ferneren Quellen *d* und *e* (Nr. 3 und 7) leitet.

Alle die bisher genannten Quellen haben einen salzigen Geschmack, einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff und sind ziemlich reich an freier Kohlensäure. Alle bilden einen sehr geringen weissen Schwefelabsatz. Nach den oben bezeichneten Analysen und den neuen sorgfältigen Untersuchungen von Dr. S. Konya enthalten diese Quellen Chlornatrium und kohlensaures Natrium als vorwiegende Bestandtheile. Ein sehr geringer Gehalt an Jod und

Digitized by Google

Brom ist ihnen ebenfalls eigen. Ich werde alle fünf als salzige Quellen bezeichnen.

Von diesen Quellen weiter aufwärts entspringen aber noch zwei fernere Quellen anderer Art, welche ich als *f* und *g* bezeichne und die einen zusammenziehenden Geschmack, aber keinen Schwefelwasserstoffgeruch haben und wenig freie Kohlensäure enthalten. Sie bilden einen geringen ocherigen Absatz. Nach den genannten Analysen enthalten sie wenig fixe Bestandtheile, unter welchen Eisencarbonat die Hauptrolle spielt. Sie sind also schwache Eisensäuerlinge. Ich werde sie als die eisenhaltigen Quellen bezeichnen.

Ausser diesen ergiebigen Quellen gibt es noch hie und da schwache Wasseradern, welche der einen oder anderen Abtheilung angehören, wie denn Herr Dr. Aronovici vor Kurzem oberhalb *a* eine schwache eisenhaltige Quelle gefunden hat, ebenso eine salzige zwischen *f* und *g*.

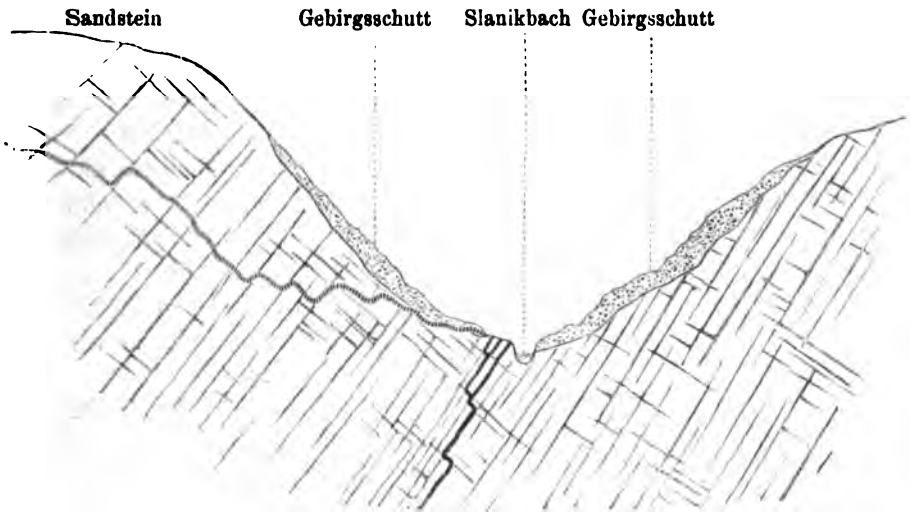
Alle die genannten Mineralquellen entspringen dem südlichen Abhange, und zwar die salzigen Quellen dem Fels, während die eisenhaltigen aus dem Gebirgschutt hervortreten. Die letzteren gehören im Allgemeinen einem höheren Niveau an.

Am entgegengesetzten Abhange befinden sich einige Quellen gewöhnlichen Wassers, die aber nicht sehr ergiebig sind.

Zur Bestimmung der Quellentemperaturen diente mir ein Geissler'sches Instrument, welches mit dem Normalthermometer der meteorolog. Centralanstalt in Wien verglichen war. Die Lufttemperatur war am 20. Mai während der Bestimmungen 5·5° C., die Temperatur des Slanikbaches genau dieselbe. Zwei Quellen gewöhnlichen Wassers am Nordabhange gaben die Temperaturen 8·4° und 7·4° C. Im Folgenden sind die aus wiederholten gleichen Ablesungen erhaltenen Zahlen angeführt:

Salzige Quellen	*a* = Nr. 1,	*t* = 8·8° C.
	b = „ 6,	= 8 3° C.
	c = „ 2,	= 9·0° C.
	d = „ 3,	= 8·9° C.
	e = „ 7,	= 8·2° C.
Eisenh. Quellen	*f* = „ 4,	= 6·6° C.
	g = „ 5,	= 6·6° C.

Digitized by Google



⟆ salzige Quellen. ⟅ eisenhaltige Quellen.

Die Bestimmungen für *a*, *b*, *d*, *f*, *g* geschahen direct am Auslaufe, für *c* und *e* aber im Bassin, jedoch unter Anwendung aller Vorsicht am Quellpunkte.

Schnell hat gelegentlich seiner Analysen auch die Temperaturen Ende Mai 1853 mit einem uncorrigirten Thermometer bestimmt und bei den Quellen *b*, *c* und *e* Schwankungen bis zu 3·8° C. erhalten, welche natürlich nur der Beobachtungsmethode zur Last fallen. Wenn man diese drei Resultate weglässt und bei den übrigen eine Correction von — 0·9° C. anbringt, so erhält man für *a* 8·7°, für *d* 8·9°, für *f* 6·7°, für *g* 6·5°, was mit meinen Resultaten nahe übereinstimmt.

Die Temperaturen zeigen die Verschiedenheit der salzigen und der eisenhaltigen Quellen in auffälliger Weise an. Während jene im Mittel eine Temperatur von 8·6° haben, zeigen die letzteren eine niedrigere, nämlich 6·6°. Dies beweist ihren verschiedenen Ursprung, und zwar wird man für die wärmeren salzigen Quellen eine Herkunft aus grösserer Tiefe als für die kälteren eisenhaltigen anzunehmen haben. Da nun die Temperatur der benachbarten gewöhnlichen Quellen im Mittel der zwei Beobachtungen 7·7° C. beträgt, so wird man schliessen, dass die salzigen Quellen aus grösserer Tiefe, als die gewöhnlichen herstammen, während man

Digitized by Google

anderseits für die eisenhaltigen einen Lauf in den oberen Regionen des Gebirges, aus dem sie hervortreten, zu denken hat. Dieser verschiedene Ursprung ist in dem beistehenden idealen Durchschnitte angedeutet, welcher in nord-südlicher Richtung genommen ist.

Wenn ich nun auf die salzigen Quellen im Besonderen eingehe, so bedaure ich vor allem, noch nicht in der Lage zu sein, die neuen Analysen Konya's zu benützen, weil dieselben noch nicht publicirt sind. Da jedoch die Bestimmungen Schnell's an allen Quellen nach derselben Methode ausgeführt sind, so liefern sie ein gutes Mittel die Quellen auch jetzt schon beiläufig zu vergleichen.

Dieselben zeigen eine verschiedene Concentration, der Gehalt an fixen Bestandtheilen in denselben ist verschieden. Um nun das von den einzelnen Quellen in Auflösung Mitgebrachte in Vergleich ziehen zu können, ist es nöthig, die analytischen Resultate so umzurechnen, als ob alle Quellen dieselbe Menge an fixen Bestandtheilen besässen. Im Folgenden ist nun für die salzigen Quellen zuerst der Gehalt an fixen Bestandtheilen in 10.000 Gewichtstheilen des Mineralwassers angegeben, hierauf aber die Menge der gefundenen Verbindungen in 100 Theilen des fixen Rückstandes. Zuletzt wird die Menge der gefundenen Kohlensäure angeführt, welche diesem fixen Rückstand entspricht. Einige in sehr geringer Menge auftretende Stoffe sind weggelassen.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
G. an fixen Bestandth.	39·81	182·32	176·23	113·58	164·07
Chlornatrium	69·43	71·80	72·16	75·31	76·49
Natriumcarbonat	23·81	24·27	24·48	22·19	20·35
Calciumcarbonat	2·04	1·97	1·55	1·44	1·88
Magnesiumcarbonat	1·38	0·77	0·59	0·56	0·68
Kaliumsulfat	1·98	0·02	0·30	—	0·18
Natriumsulfat	1·28	0·48	—	0·11	0·18
Aluminiumphosphat	—	0·56	0·27	0·33	0·03
Siliciumbioxyd	0·08	0·13	0·18	0·06	0·02
	100·00	100·00	99·53	100·00	99·82
Kohlensäureanh. halbgeb.	11·50	11·34	11·16	10·14	9·66
„ frei	11·58	1·23	9·74	14·43	11·43

Digitized by Google

Diese Vergleichung liefert einige interessante Resultate.

Zuerst erkennt man, dass die Zusammensetzung des in den Quellwässern Gelösten fast dieselbe ist. Die Quellen bringen also fast das gleiche Salzgemisch empor und es ist blos die Menge des reinen Wassers in denselben eine bedeutend verschiedene. Man wird also schliessen, dass die in der Tiefe vorhandenen Salze von eindringenden Wässern aufgelöst und heraufgetragen werden, dass also die Lösung mit einer bestimmten Concentration emporsteigt, jedoch in den einzelnen Adern, welche wie die Aeste eines Baumes von der Quelle ausgehen, von zufällig eintretenden wilden Quellwässern angetroffen und in verschiedenem Grade verdünnt werden. Gegen diese Vorstellung ist von vornherein nichts einzuwenden, denn in der Umgebung der Quellen sind sowohl im Osten bei Okna, als auch im Süden bei Groseschti Salzlager und Salzquellen vorhanden und es ist bei der allenthalben in der Umgebung beobachteten Faltung der Schichten erlaubt anzunehmen, dass auch unterhalb des Slanikthales ein Salzstock vorhanden sei, oder es kann die Wahrscheinlichkeit in Betracht gezogen werden, dass die salzigen Quellen sich auf derselben Steinschichte aufwärts bewegen, also in der Tiefe von Süden herkommen, wo Steinsalz beobachtet worden ist.

Es bleibt aber einzuwenden, dass die Salzlager wenig oder gar kein Natriumcarbonat enthalten, welches in den hier betrachteten Quellen eine Rolle spielt. Die salzigen Quellen von Slanik sind nicht blos Auslaugungsproducte eines Salzstockes, sie sind nicht einfache Salzsoolen, wie deren in dem benachbarten Siebenbürgen viele vorkommen und von welchen Schnell jene bei Baassen und bei Vizakna untersucht hat.

Ein Blick auf die vorigen Zahlen führt weiter. Obgleich die Zusammensetzung der gelösten Salze wenig verschieden ist, so fällt doch auf, dass das Verhältniss zwischen Chlornatrium und dem Natriumcarbonat nicht in allen Quellen dasselbe ist, und zwar zeigt sich folgende Regelmässigkeit. Da die Quellen in ihrer Aufeinanderfolge von Ost nach West angereiht sind und der Chlornatriumgehalt in gleicher Folge steigt, so ergibt sich, dass die relative Menge des Chlornatrium gegen Westen, also gegen Siebenbürgen zu, in den einzelnen Quellen allmälig zunimmt, während die Menge

Digitized by Google

der Carbonate, darunter die des Natriumcarbonates gleichzeitig abnimmt.

Dieses regelmässige Schwanken des Chlornatriumgehaltes zeigt, dass man den Salzgehalt der besprochenen Quellen nicht von einem Principe herzuleiten hat, sondern dass hier zwei Vorgänge thätig sind. Der eine davon, nämlich die allmälige Auflösung eines Salzstockes ist durch die Nachbarschaft von Salzlagern wahrscheinlich gemacht. Der zweite Vorgang ist die Herbeiführung einer Lösung von Natriumcarbonat, welche wir auf eine unbekannte Tiefe zurückführen müssen, da uns Ablagerungen dieser Verbindung in den zugänglichen Tiefen der Erde nicht bekannt sind. Emanationen von Kohlensäure und Quellen, welche viel Kohlensäure und Carbonate führen, kennen wir aber als letzte Reste vulkanischer Vorgänge und wir sind genöthigt, diese Producte einer bedeutenden Tiefe zuzuschreiben. Dadurch werden die Slaniker salzigen Quellen in Beziehung gebracht mit jenen von Borszék und den benachbarten von Tusnád in Siebenbürgen, deren Existenz von den Eruptionen der trachytischen (andesitischen) Massen des Hargittagebirges abzuleiten ist.

Man darf sich demnach vorstellen, dass die hier geschilderten Quellen ihre Mischung in der Weise erhalten, dass ein aufsteigender Natronsäuerling mit einem Salzlager in Berührung kommt, wodurch die Lösung ihren doppelten Charakter erhält. Die regelmässige Zunahme des Chlornatriumgehaltes wird einerseits durch den stetigen Zusammenhang des angegriffenen Salzlagers, anderseits dadurch erklärlich, dass die aufsteigende Quelle das Salzlager nicht mitten durchbricht, sondern deren Grenze bespült, wie derlei Fälle in Salinen öfter beobachtet werden.

Die Menge der halbgebundenen Kohlensäure, welche die Summe der gelösten Carbonate anzeigt, ist in allen fünf Quellen fast dieselbe, aber wiederum gegen Westen abnehmend, was dem früher Bemerkten entspricht. Die Menge der freien Kohlensäure ist in *b* viel kleiner als in den übrigen Quellen. Daraus erklärt sich die Befähigung dieser Quelle zum Absatz von Calciumcarbonat, weil eine geringe Abnahme der Gesammtkohlensäure durch Diffusion und durch Abgabe an die am Abflusse vegetirenden Algen hinreicht, um dem gelösten Calciumcarbonat die Bedingung eines Gelöstseins theilweise zu entziehen. Derlei Kalkabsätze erfolgten

Digitized by Google

früher auch in den Spalten, worin sich andere Quellen bewegten. Dies zeigt eine Beobachtung am linken Slanikufer, wo man Kluftausfüllungen von Calcit im Sandstein beobachtet, welche in der Weise verzweigt sind und nach abwärts zusammenhängen, wie dies dem Laufe einer Quelle entspricht.

Die Tiefe, aus welcher die salzigen Quellen kommen, lässt sich nach den beobachteten Temperaturen nicht genauer abschätzen, weil die Menge der hinzutretenden Wässer, nach der Variation des Gehaltes an fixen Bestandtheilen zu schliessen, eine verhältnissmässig bedeutende ist. Da die salzigen Quellen um ungefähr 2° C. wärmer sind, als die Quellen gewöhnlichen Wassers, so wird man bei Annahme einer Tiefenstufe von 30 Metern ein Minimum von 60 Metern erhalten, womit nur gesagt sein soll, dass diese Quellen aus einer Tiefe von mindestens 60 Metern unter dem Thalniveau emporsteigen. Da jedoch die wilden Wässer, die Auflösung des Chlornatriums und die Entbindung der absorbirt gewesenen Kohlensäure die Temperatur erniedrigen, so muss die Tiefe, aus welcher der Stamm der Quellen aufsteigt, eine viel bedeutendere sein.

Nach den erhaltenen Andeutungen zu schliessen, ist es wahrscheinlich, dass diese Quellen in grösserer Tiefe eine Einheit bilden und sich erst gegen die Erdoberfläche hin verzweigen. Somit wäre Hoffnung vorhanden, durch eine Tiefbohrung alle diese Quellen zu vereinigen und in einem Hauptrohre zur Oberfläche zu bringen, wozu auch die kleineren, jetzt ungenützt verlaufenden Wasseradern hinzugenommen, also die Gesammtquantität vergrössert würde. Dies liegt aber augenblicklich nicht im Interesse der Badeleitung, weil sie die gewohnte Mannigfaltigkeit der Quellen für einen Vortheil hält und weil die Quantität des Wassers mehr als ausreichend ist.

Das Auftreten salziger Quellen dieser Art ist nicht blos auf die Gegend von Slanik beschränkt, sondern eine weiter verbreitete Erscheinung. Nach den Angaben des ungemein verdienstlichen Werkes von Dr. A. Fetu über die Wässer Rumäniens[1]) ist die Mineralquelle, welche im Süden von Okna und östlich von Slanik bei dem Dorfe Groseschti entspricht, sehr ähnlich den oben bezeichneten und eine andere Quelle, welche unmittelbar bei Okna am Ufer zwischen dem Trotusch und Slanik emportritt, zeigt dieselben

[1]) Descrierea si intribuintarea apei commune si a apeloru minerali din Romania. Jassy 1874.

Digitized by Google

Bestandtheile, obgleich nach der Analyse von Peter Schnell und Dr. Stenner die Menge des Natriumcarbonates viel geringer ist, als in Slanik. Der Geruch nach Schwefelwasserstoff ist auch hier wahrnehmbar und ebenso ein geringer Absatz von Schwefel bemerklich.

Die eisenhaltigen Quellen *f* und *g* sind, wie früher gesagt wurde, arm an fixen Bestandtheilen. Die genannten Chemiker erhielten aus 10.000 Theilen Wasser

Chlornatrium	0·23	0·31
Natriumsulfat	0·59	0·98
Calciumsulfat	0·43	—
Calciumcarbonat	—	0·10
Eisencarbonat	0·61	0·35
Thonerde	0·07	—
Kieselsäureanhydrid	0·16	0·11
	2·09	1·85
Freie Kohlensäure	2·21	6·52

Die beiden Quellen sind also wenig von einander verschieden. Da auch ihre Temperatur dieselbe ist, so dürften sie den gleichen Ursprung in den höheren Lagen des Sandsteins haben. Der charakteristische Bestandtheil, das Eisencarbonat, ist von der Grundmasse des grauen Sandsteins abzuleiten, welche stets etwas von dieser Verbindung enthält, abgesehen davon, dass auch zuweilen dünne Lagen von thonigem Siderit im Schiefer angetroffen werden. Die eisenhaltigen Quellen sind also von den Eisensäuerlingen, wie sie im Bereiche der Karpathen häufig vorkommen, nicht verschieden. Für Slanik haben dieselben eine Bedeutung, weil sie eine Mannigfaltigkeit der Heilquellen hervorbringen, welche für einen Badeort immer erwünscht ist.

Die Gesammtergiebigkeit aller Quellen Slaniks wurde früher zu ungefähr 1900 Liter per Stunde bestimmt, wovon zwei Drittel auf die salzigen Quellen kommen. Die tägliche Gesammtmenge würde sonach ungefähr 30 Kubikmeter Wasser betragen, jedoch nach der Schätzung des Ingenieurs Herrn Xenopulo bei der jetzigen besseren Fassung auf circa 50 Kubikmeter anzusetzen sein.

Während die Quelle *a* die eigentliche Trinkquelle ist und auch von der Quelle *d* getrunken wird, dient das Wasser im übrigen

Digitized by Google

für Bäder, zu welchem Zwecke dasselbe für jede Quelle gesondert, mittelst einer von Herrn Xenopulo erbauten Turbine gehoben und in das Wärmehaus, von dort in das Badehaus geleitet wird.

Okna und Moineschti.

Ausser den Mineralquellen haben die benachbarten Ablagerungen nutzbarer Minerale allen Anspruch auf Beachtung. Schon an der Mündung des Slanikthales gegen den Trotusch mahnen die Pingen, Einsenkungen, die von alten Salzgruben herrühren, ferner die zuvor erwähnten salzigen Quellen an die unterirdische Ausbreitung eines Salzlagers. Wenn man von der Oeffnung des Slanikthales auf die Stadt Okna blickt, so bemerkt man in einer oberhalb derselben gelegenen Mulde die Häuser der Saline, die von der Stadt aus in einigen Minuten erreicht werden kann. Diese Mulde ist zu oberst von thonigen und mergeligen Schichten erfüllt, welche in Folge ihrer grossen Beweglichkeit zuweilen ins Rutschen kommen und so dem Bergbau der oberen Teufe unbequem werden. Auch in der Nachbarschaft erstrecken sich derlei Schichten, welche bei geneigter Lage zuweilen wandern. Die grosse Rutschung, foggiatura bei Aurului, die eine Erstreckung von beinahe 3000 M. hat, erwähnt Coquand als ein seltenes Beispiel solcher Verschiebung.

Unterhalb jener Schichten liegen in der Mulde feste, bisweilen bituminöse Schiefer, worauf Gypsmergel folgen, welche das unterliegende Steinsalz schützen, das in körnigen Massen von wechselnder Reinheit einen mächtigen Stock bildet, dessen Liegendes unbekannt ist. Das ganze Schichtensystem der Salzbildung ist von Sandsteinen umgeben, zwischen welche dasselbe wahrscheinlich faltenförmig eingeklemmmt ist. In den Schiefern und Sandsteinen bemerkt man wiederum blos jene Fucoiden, welche für eine genauere Altersbestimmung nicht massgebend sind.

Das Steinsalz wird in Okna in derselben Weise gewonnen, wie in dem benachbarten Siebenbürgen. Der alte glockenförmige Abbau ist verlassen und es sind neue grosse Galerien in dem festen Steinsalz eröffnet. Die unreinen Stücke des gewonnenen Salzes werden auf die Halde geworfen, weil es die Kosten nicht lohnen würde, wenn man dieserwegen eine besondere Einrichtung zum Auslaugen und eine Sudhütte errichten wollte.

Digitized by Google

Unterhalb der Salzmulde bemerkt man westlich von Okna im Thale ein Gestein, welches durch die vielfach gewundenen dünnen Schichten und die weissliche Farbe der verwitterten Oberfläche sogleich auffällt und sich ausserdem durch das Zerbröckeln in kleine scharfkantige Bruchstücke von allen umgebenen Gesteinen unterscheidet. Dasselbe besteht aus dunklen, bräunlichen, thonigen bis jaspisähnlichen Massen, oder gleichgefärbten unregelmässig vertheilten Sandsteinschichten, welche in Folge einer vollständigen Verkieselung fettglänzend, hart und spröd erscheinen und oft Schmitze oder Knollen von Hornstein enthalten. Im Dünnschliffe zeigen die thonigen Massen wenige scharfe Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen in der weitaus vorwiegenden mit wenig Rotheisenerz imprägnirten Grundmasse. Die verkieselten Sandsteine lassen abgerollte Quarzkörner erkennen, welche häufig dicht aneinanderliegen und zuweilen zersprungen erscheinen. Die feinen Klüfte sind durch Opalmasse ausgefüllt. Die Grundmasse, welche ausserdem Thonschieferbruchstücke und zuweilen kohlige Partikel einschliesst, ist ebenfalls durch etwas Rotheisenerz gefärbt, thonig, aber hauptsächlich aus Quarz- und Opalmasse bestehend.

Diese Gesteinsmasse entspricht vollkommen den in der Bukowina verbreiteten Schipoter Schichten Paul's [1]), welche dieser als „schwarze oder röthliche, sehr kieselige Schiefer beschreibt, die in scharfkantige längliche Stückchen zerbröckeln und zuweilen knollenförmige Hornsteinausscheidungen enthalten, ferner angibt, dass in enger Verbindung mit diesem Schiefer ein feinkörniger sehr fester, beinahe glasiger Sandstein stehe, mit kieseligem Bindemittel, im frischen Bruche bräunlich oder dunkelgrau, an der verwitterten Oberfläche weisslich." Die Schipoter Schichten rechnet Paul zum oberen Karpathensandstein, über welchen die eocänen Sandsteine folgen.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass die Verkieselung einer Schichtengruppe, welche man für eine locale Erscheinung halten möchte, auf sehr lange Strecken anhält und mit demselben Charakter wiederkehrt. Das Ganze hat das Ansehen einer Süsswasserbildung und die Verkieselung liesse sich auf Diatomeenvegetationen beziehen.

Die Verbreitung dürfte in den Karpathen eine noch viel bedeutendere sein, da nach den Beschreibungen verschiedener Beob-

[1]) l. c. pag. 312.

Digitized by Google

achter zu urtheilen, diese Schichten zuweilen als Menilitschiefer bezeichnet wurden, die häufig in der Nähe von Steinsalz und von petroleumführenden Schichten angegeben werden.

Die Bildung zeigt eine vollständige Discordanz gegenüber den aufliegenden Sandsteinen, welche die Salzmulde umgeben und beiläufig horizontal auflagern. Sie scheint das zunächst sichtbare Liegende der hiesigen Salzformation zu sein, welche demnach in ein höheres Niveau, als es der obere Karpathensandstein darstellt, zu versetzen wäre. Der Durchschnitt, den Coquand gibt, und welcher eine regelmässige Schichtenfolge von Steinsalz, Thon und Fucoidenschiefer angibt, stellt die Sache zu einfach dar und nimmt auf die weitere Umgebung keine Rücksicht. Aus den angeführten Beobachtungen kann man, wie Coquand, auf ein eocänes Alter der Steinsalzbildung schliessen, doch ist die Zugehörigkeit zu jüngeren Tertiärbildungen nicht ausgeschlossen.

Nördlich von Okna machen sich die Sandsteine, welche oberhalb der beiläufig westlich fallenden Schipoter Schichten beobachtet wurden, immer mehr geltend und es lässt sich auf eine bedeutende Strecke hin gelblicher Sandstein verfolgen, auf welchem zuerst eine mächtige Conglomeratbildung, dann mürbe und gewöhnlich mit Bitumen gemengte Sandsteine, dunkle Sande und Thonschichten in beinahe horizontaler Lage folgen. Sie charakterisiren die Umgebung des Petroleumterrains, welches bei Moineschti breiter entwickelt ist.

Die Petroleumbrunnen, welche in der Umgebung von Okna, im Trotuschthale, bei Komaneschti und bei Moineschti eröffnet sind, folgen in einem von Südost gegen Nordwest verlaufenden Zuge, der auf eine hier an der Grenze des Kreidesandsteins verlaufende Dislocation auf eine Spalte hindeutet, in welcher das Erdöl emporgedrungen ist. Alle Erscheinungen sprechen dafür, dass nicht ein Verwesungsprocess der in den Schiefern enthaltenen geringen Reste von Organismen die Ursache der Bildung des Petroleums sei, sondern dass die thonigen und mergeligen Schichten, welche über der gelben Sandsteinschichte lagern, durch die aus der Tiefe emporgedrungenen flüssigen Kohlenwasserstoffe imprägnirt wurden. Diese, Ansicht, welche auch schon von Coquand ausgesprochen wurde ist übrigens von anderer Seite hinreichend beleuchtet, so dass ein näheres Eingehen überflüssig sein dürfte.

Digitized by Google

Die Gewinnung des Petroleums, welche bei dem Mangel rationeller gesetzlicher Bestimmungen hier ebenso primitiv erscheint wie in Galizien, zeigt die unregelmässige Vertheilung des Erdöls, sowie die Wechselwirkung dieser Flüssigkeit und des Wassers deutlich an. Das Petroleum ist gegen die Tiefe durch compacte Schichte wie hier durch den gelben Sandstein abgegrenzt und gehorcht im Uebrigen dem verdrängenden Einflusse des Wassers, daher das Niveau desselben in einer durchlässigen Schichte ganz und gar von dem Wasserstande abhängig ist. Daraus folgt schon, dass man bei der Aufsuchung des Petroleums andere Erscheinungen beobachtet, als bei der Erbohrung von Wasser, dass z. B. ein petroleumführender Brunnen durch weitere Vertiefung seine Ergiebigkeit verliert und nunmehr Wasser gibt, dass er aber durch fernere Vertiefung wieder fähig werden kann, eine Ausbeute zu liefern. Zugleich zeigt sich das wenig Rationelle des gegenwärtigen Betriebes, bei welchem benachbarte Brunnen von verschiedenen Unternehmern angelegt und ausgeschöpft werden.

Die Brunnen durchteufen eine Folge von Thon-, Sand- und Thonschieferschichten, sowie von Mergeln, in welchen letzteren die beiden im Flysch so gewöhnlichen Fucoiden *Chondrites intricatus* und *Chondrites Furcatus Brongn.* häufig angetroffen werden. Ich fand ausserdem Abdrücke, welche nach der gefälligen Bestimmung meines Herrn Collegen Const. Freiherrn von Ettingshausen als *Caulerpa cicatricosa Heer.* zu bezeichnen ist, welche mit den genannten Fucoiden auch im Flysch der Fähnern auftritt. In dem Thon und den Schiefern finden sich Pyrite sehr häufig.

Die Mergel sind von grauer Farbe, ziemlich fest und von undeutlicher Plattung. Ein Dünnschliff zeigte deutliche organische Formen, welche genauer zu untersuchen Herr F. Karrer so gütig war. Nach der Beobachtung desselben besteht das Gestein fast ganz aus Foraminiferen verschiedenster Gattungen: Rotalideen, Globigerideen, Polymorphineen, Nodosarien etc. Herr Karrer schreibt mir darüber: „Ich vermisse durchaus Typen der Kreide, des Eocän und Oligocän, finde keine Frondicularien, Nummuliten, Orbitoiden u. s. f. Es ist sohin die Probe entschieden miocän. Der Mergel scheint mir aber, weil so viel von Rotalien und Nodosarien darin ist, mediterran und nicht sarmatisch zu sein, obschon ich in einem Schliffe eine Foraminifere sehe, die immer schwarz ausgefüllt ist

Digitized by Google

und welche meiner *Vertebralia sarmatica*[1]) nicht unähnlich ist. Eine Speciesbestimmung lässt sich im Dünnschliffe leider nicht wohl ausführen."

Diese Beobachtung ist für die Altersbestimmung der petroleumführenden Schichten von Moineschti von Wichtigkeit. Sie zeigt, dass dieselben nach der Bezeichnung Paul's in das dritte Niveau des Petroleumvorkommens, nämlich in jenes der neogenen Salzthone zu versetzen sein dürfte. Zugleich gibt sie eine Andeutung über die stratigraphische Stellung der Steinsalzbildung bei Okna, für welche bis jetzt ein directer Nachweis nicht gelungen ist.

Sowie im Oitosthal und in der Gegend von Okna begleiten auch hier Salzablagerungen die petroleumführenden Schichten. Beim Vertiefen der Erdölbrunnen in der Nähe des Judenfriedhofes bei Moineschti wurde zuerst die Erfahrung gemacht, dass unterhalb jener Schichten Steinsalz vorkomme und die gleiche Beobachtung ist seither an mehreren Punkten wiederholt worden. So zeigt sich denn auch hier die nämliche Erscheinung, wie an vielen Punkten von Galizien, wo ebenfalls das Petroleum von Thon, Sandstein, Schiefern und Mergeln begleitet ist, in welchen die genannten Fucoiden auftreten, und wo gleichfalls an manchen Stellen wie bei Truskawice unterhalb solcher Schichten Steinsalz angefahren wurde und wo in der Umgebung des petroleumführenden Terrains häufig feste lichte Sandsteine und hornsteinführende Schiefer auftreten[1]).

Beim Schlusse dieses kurzen Reiseberichtes entledige ich mich einer angenehmen Pflicht, indem ich den Herren Epitropen Dr. Fetu, Liteanu und Langa, welche alle Vorkehrungen trafen, um mir die Reise und den Aufenthalt in Slanik angenehm zu machen, ferner meinem geehrten Freunde Dr. S. Konya für die Anregung zu diesem Ausfluge, sowie letzterem besonders für die liebenswürdigste Begleitung meinen wärmsten Dank ausspreche und zugleich die freundliche Fürsorge und Mitwirkung des Herrn Dr. Aronovici, sowie die Bereitwilligkeit der Herren Lessmann und Xenopulo mit anerkennendem Dank hervorhebe.

---

[1]) F. Karrer, Geologie der Kaiser Franz Josef-Hochquellen-Wasserleitung, Wien 1877.

[2]) Pošepny im Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt, Bd. 15, pag. 351. — Ebendaselbst Hochstetter, pag. 199.

Digitized by Google

XII. Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt bei Bonn.

Von **Dr. Hans Pohlig**, Privatdocent in Bonn.

Mit Tafel VI.

Contacterscheinungen im Bereich von Eruptivgesteinen haben von jeher, so lange die Geologie als Wissenschaft existirt, zu zahlreichen und zum Theil werthvollen Bearbeitungen Veranlassung gegeben. In neuerer Zeit haben Rosenbusch im Elsass, Lepsius im westlichen Südtirol, Lemberg bei Predazzo und Kayser und Lossen im Harzgebirge derartige Vorkommnisse wieder einer genaueren Untersuchung gewürdigt.

Schon längst war es bekannt, dass die sogenannten „plutonischen" Eruptivgesteine sammt ihren Contactmetamorphosen auch noch während, ja sogar nach der mesozoischen Zeit entstanden sind; der Granit von Elba durchsetzt gangförmig die Sedimente des eocänen Tertiär, Studer und Escher haben in den Alpen, Zirkel in den Pyrenäen und Whitney in Nordamerika Veränderungen jurassischer Ablagerungen nachgewiesen, die zweifellos durch Eruptionen „plutonischer" Laven bewirkt worden sind.

Das wesentlichste Kennzeichen der schieferigen Contactproducte dieser älteren Eruptivgesteine beruht offenbar in dem Vorhandensein von Flecken und Knoten, besonders aber säuliger Contactmineralien der Andalusitgruppe, die bei vollkommenster Metamorphose an die Stelle der ersteren treten. Doch gilt dieses Merkmal nur da, wo Eruptivgesteine in der Nachbarschaft auftreten; denn dieselben Phänomene können auch durch regionale Metamorphose mit analogen Mitteln entstanden gedacht werden [1]).

Als eine Eigenthümlichkeit der jüngeren sogenannten vulcanischen Laven galt es bisher, dass sich an ihren schieferigen

[1]) H. Pohlig, zur Beantwortung der Frage nach Entstehung der krystallinischen Schiefer, Giebel's Zeitschr. f. ges. Naturw., Bd. LIII, pag. 445—492. Halle 1880.

Digitized by Google

Nebengesteinen Veränderungen der eben erwähnten Art nicht ergeben haben, sondern meist nur oberflächliche Spuren, wie man sie durch Einwirkenlassen hoher Temperaturen leicht nachahmen kann.

Das Folgende mag dazu beitragen, diesen Theil des Gegensatzes zwischen plutonischen und vulcanischen Gebilden etwas zu verwischen. Es sind hier fremdartige Einschlüsse eines oligocänen tertiären Eruptivgesteines, des typischsten aller Trachyte, beschrieben, welche abgesehen von rein vulcanischen Producten und von Quarzscherben, Bruchstücke, zum Theil geborsten und durch Lavenmasse wieder verkittet, durchweg krystallinischer Schiefer, meist mit säuligen Krystallen der Andalusitfamilie durchspickt, darstellen, während anstehend weit und breit in der Umgebung nur sehr mächtige Complexe klastischer Schiefer des Unterdevon zu finden sind.

Die Perlenhardt liegt an dem östlichen Abhang des Lohrberges, zwischen Oelberg und Löwenburg; sie ist demnach einer der abgelegensten Puncte des Siebengebirges für solche, die vom Rhein her ihre Ausflüge zu unternehmen haben, — offenbar eine der Hauptursachen davon, dass die hier beschriebenen Verhältnisse bislang unbekannt oder doch nicht genügend gewürdigt blieben. Man erreicht die Perlenhardt am schnellsten, wenn man von Königswinter aus den Fusssteig einschlägt, der links von dem gewöhnlichen Drachenfelsweg abzweigt und zwischen Hirschberg und Wolkenburg hindurch an der neuen Strasse nach dem Margarethenkreuz abkürzend entlang führt; letztere verfolgt man bis nahe vor den Margarethenhof, wo ein Fahrweg rechts abgeht und quer über die Löwenburger Strasse an dem Ostabfalle des Lohrberges sich hinzieht. Man kommt an sämmtlichen Höfen vorbei, die von Ittenbach nach dem Lohrberg herauf zu liegen, und findet hinter deren südöstlichsten, am Waldrande etwas versteckt und nur vom Oelberggipfel aus leicht sichtbar, die beiden Steinbrüche im Perlenhardter Trachyt, welche das Hauptmaterial zu dieser Schrift geliefert haben. In dem zunächst befindlichen wird noch gearbeitet, bei dem weiten Transport und der geringen Dauerhaftigkeit des Gesteines aber wohl nicht mehr lange.

Digitized by Google

Die geologischen Verhältnisse des Siebengebirges sind in dem, trotz mancher neuer Entdeckungen und Aufschlüsse, durchaus nicht veralteten Dechen'schen Werkchen[1]) ausführlich abgehandelt. Es kann darum hier nur eine kurze Schilderung insbesondere der Perlenhardter Gegend gegeben und im Uebrigen auf jene Beschreibung verwiesen werden. — Die Steinbrüche von der Perlenhardt bilden im Siebengebirge das südöstlichste Anstehende des „Drachenfelsites", des oligocaenen Sanidinoligoklastrachytes. Dieser typische Trachyt zieht sich von dort aus nach Norden an dem südlichen Fuss und Westabfall des Oelberges, nach Westen in mannigfachen Abänderungen über den Lohrberg bis zur Wolkenburg und jenseits dieser über den Drachenfels hin; seine Entstehung ist dem Alter nach im Siebengebirge wohl den Andesiten der Rosenau gefolgt und den Rhyolithen der Remscheid, Hornblendeoligoklastrachyten der Wolkenburg und des Stenzelberges, dem Trachydolerit der Löwenburg und den Labradorbasalten der nördlicheren Kuppen und der Gänge vorangegangen. — Alle diese Eruptivgesteine durchsetzen theils unmittelbar, theils unter gegenseitigen Vermittelungen, die versteinerungsarmen Schiefer des rheinischen Unterdevons, welche in halbkreisförmigem Bogen das Gebirge nach Süden hin ununterbrochen abgrenzen und am Fuss der Perlenhardt noch bis nach Ittenbach sich hinziehen; diese gehören dem weiten, doch einförmig zusammengesetzten Schiefergebiet von unbekannter, aber jedenfalls sehr bedeutender Mächtigkeit an, dessen Felsgebilde die landschaftliche Schönheit des Mittelrheinthales vorzugsweise bedingen. Die Schiefer des Siebengebirges streichen im allgemeinen in der gewöhnlichen Richtung jenes Gebietes und sind am besten in dem vom Rhein nach der Löwenburg südlich von Drachenfels und Wolkenburg sich hinanziehenden Rhöndorfer Thale zu beobachten, wo sie stellenweise in den bezeichnenden Lagerungserscheinungen solcher Gebilde auftreten.

Ausser den unbezweifelt sehr mächtigen unterdevonischen Schiefern, den obgedachten Eruptivmassen und den Gebilden des Schwemmlandes ist weit und breit in der Umgebung der Perlenhardt, ja des Siebengebirges, nichts aufgeschlossen; die am wenigsten

[1]) H. v. Dechen und G. vom Rath, geognost. Führer in das Siebengebirge am Rhein. Bonn 1861.

Digitized by Google

entfernt anstehenden krystallinischen Schiefer sind die Sericitgesteine des Taunus bei Wiesbaden.

Die devonischen Schiefer der Umgebung des Siebengebirges sind trotz ihres gleichförmigen Aussehens verschieden genug zusammengesetzt. Es sind meist harte quarzitische Thonschiefer und Platten, so im Rhöndorfer Thale, sehr arm an Versteinerungen, theils aber auch, namentlich westlich vom Drachenfels, weiche Schieferthone mit vielen undeutlichen Pflanzenresten, ferner weiter nördlich eisenschüssige Thonschiefer und weiche, stark verwitternde Sandsteine, so bei Dollendorf. Die Schiefer des Rhöndorfer Thales streichen ungefähr in der Richtung auf die Perlenhardt, auch ähneln sie in Structur und Härte den unten beschriebenen Schieferfragmenten im Trachyt jener Oertlichkeit am meisten. Es schien deshalb geeignet, zum Behuf des Vergleiches eine Bauschanalyse des devonischen Schiefers auszuführen, welche Herr Dr. Bettendorf in Bonn, um die Geologie bereits durch seine mit Vogelsang[1]) unternommene, eigenthümlicher Weise nicht ganz geglückte Controle der Daubrée'schen Versuche mit überhitztem Wasser verdient, anzustellen die Güte hatte. Das in Rücksicht auf den beabsichtigten Zweck möglichst ähnlich und frisch gewählte Stück ist ein dünnplattiger, glimmerreicher Thonschiefer von mässiger Härte und dunkelgrauer Farbe, etwa von dem Korn des Dachschiefers von Caub.

Analyse des Thonschiefers aus dem Rhöndorfer Thale bei Bonn.

SiO_2	72·69
Al_2O_3	12·42
FeO / Fe_2O_3	7·90
CaO	0·46
MgO	2·00
Flüchtig	2·89
Rückstand (Alkalien)	1·64
	100·00

[1]) H. Vogelsang, die Philosophie d. Geologie, p. 205—210. Bonn 1867.

Digitized by Google

Es ist dies die erste Analyse von derartigen Gesteinen aus der Umgebung des Siebengebirges. Im Vergleich zu solchen entfernterer rheinischer Thonschiefer, des Dachschiefers von Caub beispielsweise, wie man sie in J. Roth's Gesteinsanalysen aufgezählt findet, fällt der hohe Kieselsäuregehalt auf, der in jenem höchstens zwischen 60 und 70 Pct. beträgt. Ausserdem ist der geringe Kalkgehalt bemerkenswerth, der bedeutende Glühverlust bei Fehlen bituminöser Substanz bietet eine Annäherung zu den Chloritschiefern und Talkschiefern. Ein Vergleich mit der Zusammensetzung der Schieferfragmente im Trachyt ist unten, bei Beschreibung dieser, angestellt.

Mikroskopisch sind bekanntlich in manchen rheinischen Devonschiefern, so in denen von Caub, auch krystallinische Elemente nachgewiesen worden, die eigenthümlichen Thonschiefernädelchen [1]).

Der Trachyt von der Perlenhardt ist die vollkommenste Abart des typischen Trachytes vom Drachenfels, und somit aller Trachyte. Er ist durchaus wie der Drachenfelser zusammengesetzt, doch sind alle Bestandtheile grösser und noch vollständiger ausgebildet; man erhält das Aussehen des Perlenhardter Gesteines, wenn man das Drachenfelser durch ein 2- bis 3mal vergrösserndes Glas betrachtet. Die Sanidine erreichen hier als tafelförmige Karlsbader Zwillinge eine Länge von 7 Cm. und darüber, bei zuweilen $^2/_3$ Breite und $^1/_3$ Dicke (immer noch nichts gegen die handgrossen Orthoklastafeln im Granitporphyr der Londoner Trittsteinplatten!); entsprechende Masse haben die rectangulärsäuligen, einfachen Krystalle. Freilich sind diese grossen nicht so wohl glattflächig und scharfkantig entwickelt, wie die kleinen und flächenreichen Sanidine am nahen Oelberg, an denen man auch einen Uebergang von einfachen zu Zwillingskrystallen verfolgen kann, indem erstere oft tafelförmig, letztere zuweilen sehr dick werden. Die Gesteinsmasse zwischen den grossen Sanidinen ist etwa zur Hälfte weisser Oligoklas in länglichen Körnern, die im Querschnitt rhombisch, im Längsschnitt oblong umgrenzt erscheinen, bis 5 Mm. und darüber lang und von sehr unvollkommener rissiger Spaltbarkeit; das Uebrige ist graues homogenes Grund-

[1]) Vgl. F. Zirkel, die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine, pag. 470 ff., Leipzig 1873.

Digitized by Google

gemenge. Das Ganze ist gleichmässig mit Biotit und kleineren Sanidinen durchwachsen; accessorisch ist Magneteisen und im Perlenhardter Trachyt ganz besonders massenhaft weingelber Titanit, in deutlichen Krystallen, bis 4 Mm. lang, ferner nach G. vom Rath[1]) mikroskopisch braune Hornblende und einzelne grüne Augite. Makroskopisch dürften im Trachyt selbst keine Hornblenden gefunden worden sein, obwohl sie am Drachenfels und Oelberg in derselben Gesteinsart, auch als grössere Krystalle, sporadisch enthalten sind.

Die fremdartigen Einschlüsse sind namentlich von dreierlei Art. Am häufigsten finden sich meist rundlich längliche Knollen eines hell- bis dunkelgrünlichen Gesteines, die grössten 0·2 M. im Durchmesser. Sie zeigen keine Spur von Schichtung, dagegen zahlreiche rundliche Blasenräume, die meist mit Feldspathmasse erfüllt, zum Theil aber hohl und dann oft mit Tridymitkrystallen besetzt sind. Diese Einschlüsse enthalten oft grosse Sanidine und kleine Oligoklase, ausserdem Glimmer und Hornblende ausgeschieden; durch Zunahme der letzteren entsteht ein Uebergang in die ähnlichen Knollen des Stenzelberger Hornblende-Oligoklastrachytes, wo jedoch stets die Hornblende mehr Raum einnimmt, ja meist den vorwaltenden, fast einzigen Bestandtheil jener Einschlüsse bildet; dort sind die Blasenräume häufig mit röthlichen und stark glänzenden, durchsichtigen Tridymitkryställchen bekleidet. — Die besagten Massen im Perlenhardter Trachyt schliessen ihrerseits nicht selten mandelförmige Partien von dichtem weissen Feldspathgemenge, ferner Quarzstücke und Schieferfragmente ein, wodurch sie ihre selbständige Natur ausser Zweifel stellen. Ob das nun, wie es scheint, umgewandelte und abgerundete Bruchstücke eines älteren Eruptivgesteines aus der Tiefe, wie sie auch bestimmt in Schollen von Sanidinoligoklastrachyt zugleich selten vorkommen, oder bombenartige Gebilde aus einem liegenden Tuff oder dem umhüllenden Trachyt selbst sind, kann vielleicht eine mikroskopische Untersuchung einmal ergeben, die gewiss auch sonst lohnend sein wird.

Ausserdem umschliesst der Perlenhardter Trachyt, wie alle Eruptivgesteine der Gegend, Quarzstücke, die offenbar der Einwirkung von bedeutender Hitze ausgesetzt gewesen sind, und

[1]) G. vom Rath, über den Perlenhardter Oligoklas. Beiträge zur Petrographie, pag. 329 ff. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XXXII, Nr. 3, pag. 295.) Berlin 1875.

Digitized by Google

die Schieferfragmente, welche zu vorliegender Bearbeitung den Anlass gegeben haben.

Bekannt und viel besucht ist die Perlenhardt wegen ihrer Krystallgruppen von Quarz und Tridymit, die keine andere Localität im Siebengebirge von gleicher Vollkommenheit zu bieten vermag. Die grossen Sanidine, welche häufig, oft vielfach geknickt und geborsten sind und dadurch ihre Entstehung schon vor Verfestigung der sie einschliessenden Masse deutlich bekunden, sind ebenso, wie die eben aufgezählten fremdartigen Einschlüsse, selten ringsum mit der Trachytmasse verwachsen; an den Wänden der so in Menge entstandenen, zuweilen nicht unbedeutenden und noch in den Trachyt hineinreissenden zackigen Hohlräume, also auch auf den Feldspäthen und Einschlüssen selbst, sowie in den Blasenräumen der letzteren, findet man die aufgewachsenen Quarze und Tridymite entwickelt. Erstere (cf. vom Rath l. c.) haben durchgängig mehrere „Pyramiden" und darum abgerundete Randkanten; die Tridymite sind, zum Unterschied von den oben erwähnten des Stenzelberges, weiss und undurchsichtig. Die Drusenräume und die grossen Sanidine sind grünlichgelb gefärbt; hier und da treten auf ihnen noch Magneteisenkryställchen und (an den Schieferfragmenten) winzige, aber scharfkantige Hornblenden, nach vom Rath l. c. auch Eisenglanze auf.

Es erscheint geeignet, hier neben der obenstehenden Analyse des Devonschiefers und den unten gegebenen der Schiefereinschlüsse auch die chemische Zusammensetzung des „Drachenfelsites" anzuführen.

Analyse des Sanidins und der Grundmasse des Trachytes vom Drachenfels nach Rammelsberg[1]).

	Sanidin	Oligok. n. v. Rath l. c.	Grundmasse + Oligoklas
$Si O_2$	65·87	62·18	65·07[2])
$Al_2 O_3$	18·53	23·52	16·13
$Fe_2 O_3$	Spur	—	5·17
$Ca O$	0·95	5·33	2·74
$Mg O$	0·39	—	0·67
$Ka_2 O$	10·32	—	4·44
$Na_2 O$	3·42	Rückst. 8·97	4·77
Glühverlust	0·44	(0·44 $H_2 O$)	0·70
	99·92	100·00	99·69.

$Ti O_2$ (Abich) 20·38

$Mn O$ „ 0·16

[1]) C. Rammelsberg, Zeitsch. d. d. geol. Ges. XI., pag. 434, 1859.

[2]) Nach vom Rath l. c. an der Perlenhardt 64, 56 Procent.

Digitized by Google

Das Perlenhardter Gestein ist stellenweise deutlich gestreckt. Die grossen Sanidintafeln liegen nicht immer mit ihrer Hauptaxe in dieser Richtung, doch lässt sich wenigstens eine Tendenz dazu bemerken; die Streckung ist ersichtlich namentlich aus der Lage der Oligoklase, die auf der grössten Fläche des Handstückes oblonge Längsschnitte, auf dem Querbruch dagegen rhombische Durchschnitte gewähren, ferner aus den parallelen Bruchrichtungen des Gesteines.

Der Trachyt ist abgesondert in grosse unregelmässig cuboidische Massen, die oft auf der Oberfläche gut spiegelartig abgeschürft sind. Die Verwitterung erfolgt sehr rasch und lässt sich in den beiden vorhandenen Steinbrüchen sehr wohl beobachten. Aus dem zersetzten Gestein lassen sich die grossen Sanidine und die fremdartigen Einschlüsse frei herausnehmen; erstere sind indess hier selten so vollständig zu gewinnen, wie am Oelberg und Drachenfels. Das Endproduct der Verwitterung ist ein mürber, zerreiblicher Grus, ähnlich den Granitgrusen, in dem aber die ursprünglichen Bestandtheile, selten durch Färbungen getrübt, noch deutlich erkennbar sind.

Das Gestein von der Perlenhardt ist weich und leicht zu bearbeiten; wegen seiner grossen Zersetzlichkeit kann man es jedoch zu Mauer- und Pflastersteinen, überhaupt zu Stücken nicht brauchen, die dem Wetter Stand halten müssen. Man fertigt grosse Steinschwellen und Walzen daraus, die mehr im Trockenen benützt werden. Ueber kurz oder lang werden wohl auch die Perlenhardter Brüche eingehen, gleich den Drachenfelsern, die in früheren Zeiten den Bonnern so viel Baumaterial geliefert haben, wie an den älteren Mauerwerken in Bonn zu sehen ist.

Die Schieferfragmente.

Nur krystallinische Schiefer sind als Bruchstücke im Trachyt von der Perlenhardt aufgefunden worden.

Sie sind zwar nicht in dem Grade häufig, wie die oben zuerst genannten Einschlüsse, welche in keiner Trachytplatte fehlen, indess keineswegs selten, so dass eine reichhaltige Folge derselben gesammelt werden konnte. In der Grösse verhalten sie sich wie jene, indem sie von den kleinsten Partikelchen an bis zu Stücken von

Digitized by Google

0·2 M. Durchmesser vorkommen; dagegen unterscheiden sie sich von denselben sogleich durch die Form, welche nicht rundlich knollig, sondern plattig, schollenartig oder scherben- und splitterförmig, und zwar kantig, obwohl selten scharfkantig, sich darstellen.

Alle sind nur zum Theil, doch stellenweise innig mit der Eruptivmasse verwachsen und mit einer von vielen Rissen und Sprüngen getheilten Rinde überzogen, welche selten ganz erhalten ist und sich leicht ablöst; diese ist schwarzgrau, die äussere Fläche gewöhnlich durch Verwitterung braun und von zahlreichen Quarzkryställchen etc. bedeckt. Unter derselben schreitet die Zersetzung meist ziemlich rasch voran. — Sonstige gemeinschaftliche und bezeichnende Eigenschaften der Schieferfragmente sind: der Gehalt an säuligen Krystallen der Andalusitfamilie, bald das Ganze grösstentheils zusammensetzend, bald sehr zurücktretend, und das Auftreten von mikroskopisch sichtbaren faserbüschelartig aggregirten Disthenmassen, oft in sehr bedeutender Menge.

Man kann unterscheiden zwischen Hornschiefern, Chiastolithschiefern, Andalusithornfelsen und gneissartigen Gesteinen, welche jedoch durch Uebergänge verbunden sind, und von denen die ersten am häufigsten, die letzten am seltensten zu sein scheinen.

Die Andalusithornfelse und Chiastolithschiefer sind unter diesen Fragmenten die bemerkenswerthesten und darum hier zuerst beschrieben. Jene stellen sich als dichte, mangelhaft geschichtete Quarzite, bald in dicken Platten, bald in splitterigen Stücken dar, deren im frischen Zustand graue, durch Verwitterung gelbbraune Färbung durch eine eigenthümliche, entweder fleckige oder marmorirende Vertheilung von weisser und dunkler Gesteinsmasse erreicht wird. Die Andalusite geben sich leicht durch ihre eigenthümlichen Krystallformen, durch ihre erbsengraue Farbe und die faserig schimmernden Spaltungsflächen zu erkennen; die beobachteten sind immer klein, nie bis zu 1 Cm. lang. In dem dunkel gefleckten Gestein sind sie in grösster Menge enthalten, sich gegenseitig drängend; hier sind sie noch am grössten, erscheinen in kurzen gedrungenen Krystallformen oder Körnern und in längeren mangelhaft gebildeten, vielfach gebogenen und gestauchten Prismen, die nicht selten ganz flach comprimirt sich erweisen. Neben ihnen erkennt man noch mit unbewaffneten Augen vereinzelte

Digitized by Google

kleine, aber wohlgebildete und gestreifte schwarze Hornblendekryställchen von rundlicher Form mit kurzen Säulen nicht selten eingewachsen.

In dem hell marmorirten Gebilde dagegen sind die Andalusite nicht so dicht gedrängt, obwohl immerhin in Menge ausgebildet; hier sind sie als grösstentheils lange Nadeln mit dem charakteristischen matten Glanz auf den Spaltungsflächen unbehindert zur Entwickelung gelangt. Ihre rhombischen Querschnitte offenbaren häufig Neigung zu chiastolithartiger Gestaltung, indem sie nicht nur central dunkle Masse umschliessen, sondern auch selbst wieder von einem dunklen Hof innerhalb weisser Gesteinspartien umgeben werden.

Die letztere Abänderung scheint schwerer zu verwittern, als die zuerst beschriebene; man bemerkt nur eine gelbbraune Färbung der Oberfläche und des angrenzenden Trachytes. Deshalb eignet sich dieses Gestein besser für mikroskopische und chemische Untersuchung als das dunkel gefleckte, welches der Zersetzung rasch anheimfällt; das Innere selbst 4 Cm. dicker Platten der ebengenannten Art ist dann auf den sehr zahlreichen Sprüngen und Klüften gelbbraun gefärbt; der Querschnitt einer Platte gewährt einen 0·005 bis 0·01 breiten grauen Hof um die innere bräunliche Andalusithornfelsmasse. Dieser Hof besteht auf der Oberfläche unter der oben beschriebenen Contactrinde aus fein glimmerschieferartigem Gemenge mit zahlreichen kreuz und quer liegenden weissen Stäben, offenbar degenerirten Andalusiten. Durch die äussere, graue Masse allein ziehen in der Richtung der Schichtflächen lang gezogene weisse Drusenräume in Menge hin, besonders weit aufgebläht da, wo sie sich nach aussen öffnen; in den Hornschiefern und Chiastolithgesteinen durchsetzen sie das ganze Gemenge und sind daher dort, als für jene bezeichnender, näher geschildert.

Die mikroskopische Untersuchung ergab an den mannigfach rhombischen Durchschnitten der farblosen Andalusite eine, wie es scheint, von den charakteristischsten Eigenschaften dieser Mineralgebilde, die spongiös lappenartige Durchwachsung mit Quarz, wie sie bereits an sächsischen Vorkommen nachgewiesen wurde[1]); die

[1]) H. Pohlig, der archaeische District von Strehla bei Riesa i. S., Zeitsch. d. d. geol. Ges. XXIX., 3., Nr. 7, pag. 560. 1877.

Digitized by Google

langsäuligen Längsschnitte sind ohne bestimmte Endigungen und vielfach parallel und senkrecht zur Verticalaxe von Sprüngen und Spaltungsrichtungen durchzogen. Kürzere Prismen sind gewöhnlich an beiden Enden schräg keilförmig abgeschnitten.

Das Grundgemenge ist durchaus krystallinisch, eine Mosaik von Quarz, der aber nur stellenweise lebhaft polarisirt; die dunkeln Partien bestehen zum grössten Theil aus Haufen von kleinen Körnchen, die sich in unregelmässigen Gruppen zwischen den Andalusiten, stets in bestimmter Entfernung von diesen, hindurchziehen und so in ihrer Anordnung nach jenen sich offenbar gerichtet haben (s. Tab. VI, Fig. 4). Die Körnchenhaufen haben einen grünlichen Schimmer, und bei etwas stärkerer Vergrösserung erkennt man, dass sie theilweise aus Magneteisen, bei weiten zum grössten Theil aber aus Hornblende bestehen. Es sind meist wohlgebildete kleine, vorwiegend einfache gedrungene Kryställchen, ganz wie die erwähnten makroskopischen, von homogener, nicht, wie sonst gewöhnlich in Schiefern, faseriger Masse und von warmer, tiefgrüner Farbe; man erkennt rundlich sechsseitige, rhombische und auch dreiseitige Durchschnitte, Spaltungsrichtungen sind selten wahrzunehmen.

Vereinzelt, aber häufig finden sich dazwischen grössere weingelbe Körner und Krystalle gleichmässig vertheilt, welche ihrer Form und Farbe nach dem Titanit zuzurechnen sind. Eine Verwechselung mit den ähnlich gefärbten mikroskopischen Zirkonen, wie sie beispielsweise von Strehla i. S. bekannt geworden sind (Pohlig l. c. pag. 563), ist hier nicht möglich; letztere sind honiggelb mit einem Stich in's Bräunliche, haben die Krystallform des Zirkones (oft deutliche Combination von P mit $\infty P\infty$) und sind stärker lichtbrechend.

Wichtig sind die faserbüschelförmigen Aggregate von farblosem Disthen, der auch makroskopisch in diesen Gesteinen als faserig bastartig spaltende, auf den Spaltungsflächen zuweilen irisirende Gruppen flacher weisser Krystalle eingesprengt sich zeigt. Mikroskopisch bemerkt man allenthalben, stellenweise besonders massenhaft, solche garbenförmige Gruppen von bestimmten Centren aus die helleren Gesteinspartien radial durchstrahlen. Die einzelnen Strahlen sind zwar theilweise mikrolithisch, doch zum Theil auch in deutlichen dicken Säulen, ähnlich den Apatitnadeln, ausgebildet

Digitized by Google

und oft durch Quersprünge getheilt, nicht selten auch durch andere Säulen unterbrochen. Die Querschnitte der Garben beweisen, dass sich die Strahlen nicht central nach allen Richtungen, sondern vorwiegend nach zwei Dimensionen ausdehnen, während die dritte bedeutend zurückbleibt, also wie ein kurzes Brett, das an seinem einen Ende zugespitzt, nach seinem andern hin in zahllose kleine und kleinste Strahlen kreuz und quer auseinanderreisst. Die Durchschnitte der einzelnen Säulchen sind meist rund, grössere erscheinen abgerundet sechsseitig, auch rhomboidisch, unter schräger Abstumpfung des spitzesten Eckenpaares je durch einen kleinen Flächenschnitt. — Vereinzelt liegen hie und da im Gestein noch kleine säulige Krystalle, die man nach ihrer graulichen Farbe und ihrer Form für Turmalin halten kann.

Die chemische Analyse des marmorirten Andalusithornfelses ergab nach Dr. Bettendorf:

SiO_2	50·79
Al_2O_3	34·40
FeO, Fe_2O_3	9·06
CaO	0·90
MgO	1·13
Glühverlust	1·70
Rückstand (Alkalien)	2·02
	100·00.

Diese Zusammensetzung passt sehr wohl zu der Vertheilung der mineralogischen Bestandtheile, wie sie das Mikroskop offenbart. Bei einer Vergleichung mit der obenstehenden Analyse des Devonschiefers fällt sogleich die erhebliche Differenz des Verhältnisses zwischen Thonerde- und Kieselsäuregehalt auf; in den genetischen Betrachtungen ist diese Erscheinung näher erörtert.

Die Chiastolithschiefer sind mit den Andalusithornfelsen in jeder Hinsicht eng verknüpft. Doch ist die Entwickelung des Andalusites in der Chiastolithvarietät hier zugleich von einer variirenden Ausbildung des übrigen Gesteines begleitet, so dass doch eine besondere Schilderung angezeigt erscheint.

Im Gegensatz zu den beschriebenen sind diese Gesteine meist deutlich geschiefert; sie lassen sich leicht nach den Schieferflächen

Digitized by Google

spalten, und die Krystallsäulen liegen meist mit ihren langen Axen nahezu oder ganz in der Richtung jener, weshalb man in Dünnschliffen selten Krystallquerschnitte erhält, wie in den Hornfelsen so häufig. Ferner zeichnen sie sich durch dunklere, oft geradezu schwarze Färbungen aus, da die hellen Partien und das fleckige Aussehen der Hornfelse hier verschwindet.

Wie bei den Bruchstücken der letzteren zuweilen die äusseren Zonen, so ist bei den Schieferstücken von genügender Dicke auch das Innere mit zahlreichen, hell gelblichweissen, langgezogenen Hohlräumen durchsetzt, die ebenso, wie die grossen zwischen Schiefer und Trachyt, an ihren Wänden kleine Krystalle von Quarz, Tridymit, Feldspath, seltener von Magneteisen und schwarzer rundlicher Hornblende tragen. Man kann die Bildung dieser Höhlungen, die ausnahmslos durch Lockerung der Schichtflächen auf diesen entstanden sind, bis zu den ersten Anfängen verfolgen: auf frisch gespaltenen Schieferflächen bemerkt man von den Aussenrändern her eine breite Strasse winziger Hornblenden, Feldspäthe und Quarze nach Innen ziehen, noch umgeben von einer braunen Zone. Es tritt da die Entstehung aus infiltrirtem, sehr dünnflüssigem, theilweise gasförmigem Magma von aussen her und dann wohl auch aus dem Schiefer selbst, deutlich vor die Augen.

Die Chiastolithe sind analog, aber nicht homolog ausgebildet, wie die früher beschriebenen von Strehla i. S. (Pohlig l. c. pag. 562), die ihrerseits mikroskopisch vielfach abweichend befunden wurden von den vorher bekannten aus dem Fichtelgebirge, den Pyrenäen, der Bretagne und aus Spanien; von Strehla sind zum Vergleich zwei Krystall-Querschnitte und ein Längsschnitt in Fig. 7 abgezeichnet. Die Perlenhardter Chiastolithe sind mit den dortigen Andalusiten durch die nadelförmige Entwickelung der letzteren in den Hornfelsen eng verbunden; auch sie werden, wie die von Strehla, durch die Verwitterung deutlich als solche kenntlich, sie erscheinen dann auf den angegangenen Schieferflächen theils nach diesen, theils in einer ähnlichen Richtung gestreckt und schiessen in letzterem Falle mit schrägen Querschnitten schwach saiger in das Gestein ein (s. Fig. 2, Tab. VI). In diesen Krystallen kommt gerade der umgekehrte Fall zur Geltung, als in der grossen Mehrzahl der bisher beobachteten; nicht die Krystallsubstanz nimmt central in der Richtung der Verticalaxe dunkle Partien auf,

Digitized by Google

sondern wird ihrerseits rings von solchen umschlossen; bei weiterer Vervollkommnung, wie in dem abgezeichneten Fall, ist diese dunkle Krystallscheide nochmals in einer weissen Umhüllung, welche den Uebergang zu der Schiefermasse bildet, so dass man im Querschnitt einen rhombischen oder rhomboidischen Andalusitkrystallkern hat, der von einem doppeltem Hof, einem inneren schwarzen und einem äusseren weissen, den die eigentlichen Andalusite in der Regel auch haben, umgeben ist. Bei der Verwitterung bleibt meist nur der letztere allein vom Ganzen übrig, als leere Scheide, die nunmehr die scharfen Kanten und die Flächen des ausgelaugten Krystallkernes eingeprägt zeigt und ebenfalls aus krystallinisch spaltbarer, doch aussen nicht durch Flächen begrenzter, sondern in die Schiefermasse übergehender Krystallsubstanz besteht.

Nicht selten gewährt ein und dasselbe Schieferstück die ersten Anfänge der Chiastolithbildung und vollkommenere Säulen. Erstere zeigen sich in schwarzen länglichen Flecken oft radialstrahlig aggregirt, dann in ebenfalls sehr kleinen schwarzen Balken von rundlichem Querschnitt, zuweilen an einem Ende garbenförmig sich theilend (s. Tab. VI, Fig. 6); diese Formen haben keine Spur eines weissen Kernes. Erst die grösseren schwarzen Balken haben einen solchen, der bei vollkommenster Ausbildung die Form und Spaltbarkeit der Andalusite annimmt und endlich die schwarze Umhüllung noch mit einer dickeren weissen Scheide umgiebt. Jene ersten Anfänge haben grosse Aehnlichkeit mit den balkenartigen Gebilden der sächsischen Fruchtschiefer von Wesenstein etc., die letzteren zu ihrem Namen verholfen haben.

Von unverkennbarer genetischer Wichtigkeit ist es, dass die schmalen Gänge und Trümer, welche die Schiefer meist in Menge, noch mikroskopisch verfolgbar, durchschwärmen, zuweilen eine ganz ähnliche Structur offenbaren (s. Tab. VI, Fig. 1), wie jene chiastolithartigen Formen; die weisse oder doch helle Gangmasse ist längs ihrer ganzen Erstreckung an beiden Sahlbändern von schwarzer Masse begrenzt, die jene gegen den dunkelgrauen Schiefer scharf abzeichnet. Man glaubt auf den ersten Blick den Querschnitt eines grossen, sehr langen und vielfach gewundenen Exemplars jener Gestalten vor sich zu haben, welche ein schon vorgerücktes Stadium der Chiastolith-, beziehentlich Andalusitbildung bezeichnen.

Digitized by Google

Vergleicht man diese „Chiastolithe“ mit den bisher bekannten, so ergiebt sich, dass letztere sich wesentlich durch die scheinbare Verwachsung aus vier zwillingsartig aggregirten Säulen auszeichnen, die den Perlenhardtern zu fehlen scheint und namentlich an denen von Strehla in Folge der Mikrolithenbildung stark hervortritt. Dadurch erklärt sich vielleicht das Fehlen der schwarzen Masse in der Verticalaxenrichtung der Perlenhardter Formen, das freilich auch bei Strehla nicht selten ist. Auch die hier beschriebenen Säulen sind gewöhnlich an den Enden durch eine Fläche schräg keilförmig abgeschnitten; unregelmässig knieförmige Verwachsungen und Durchsetzungen, garbenförmige massenhafte Krystallaggregate sind häufig und in Fig. 2 und 5 abgebildet. Meist erscheinen ferner die längeren Säulen vielfach geknickt und gewunden.

Mikroskopisch zeigen sich die Krystalle der Hauptsache nach nicht, wie die Andalusite in den Hornfelsen und die Chiastolithe von Strehla und anderwärts, durchsichtig; sie sind aus weisser, nicht ganz parallel der Basis faseriger Masse zusammengesetzt. Doch trifft man auch durchsichtige Längsschnitte, und bei anderen ist an demselben Prisma das eine Ende durchsichtig und die andere Hälfte weiss, oder die weisse Substanz setzt sich, nach geraumer Unterbrechung durch farblose, wieder als weisse fort. Dagegen ist die Krystallmasse, welche die Säulen scheidenartig umgiebt, stets farblos und verleiht dadurch diesen im Dünnschliff sehr scharfe Umrandungen gegen die dunkle Schiefermasse.

Der Schiefer selbst erscheint auf der Oberfläche der Fragmente immer als ein grauer Glimmerschiefer, der in oft bedeutender, zuweilen auch ganz verschwindender Menge von den beschriebenen schwarzen Flecken und Bälkchen und weissen, schwarzgeränderten Stäbchen kreuz und quer vorwiegend in der Richtung der Schichtflächen durchsetzt ist. Zerschlägt man aber die Fragmente, so findet man auch bei diesen, dass die glimmerschieferartige Beschaffenheit nur längs der Schieferflächen, oberflächlich ist, übrigens gewiss nicht durchaus nur als Product der Zersetzung zu erklären; das frische Innere hat das Aussehen eines dunkeln quarzitischen Amphibolitschiefers und lässt säulige Krystalle nicht deutlich makroskopisch unterscheiden.

Digitized by Google

Mikroskopisch ist dieser Schiefer ganz analog zusammengesetzt, wie der Andalusithornfels; jener hat dieselben Mineralbestandtheile, wie dieser. Doch ist bezeichnend, dass die Hornblende hier in weit grösserer Menge, dichter und gleichmässiger vertheilt auftritt, wodurch die dunkle Färbung erreicht wird, und dass auch Biotit in grösseren Blättern und Magneteisen weit häufiger sind, als in den Hornfelsen. Die gelben Titanite und vereinzelte Turmaline fehlen nicht, und die Disthenfaserbüschel scheiden sich in durchsichtigen makroskopischen Partien zwischen der dunkeln Masse aus; durch Einmischen ersterer ist letztere ausserdem in gewissen Abständen fleckenartig, um eine Abstufung weniger dunkel als sonst. Besonders zu betonen sind die zahlreichen rissartigen Gangtrümer, welche auch mikroskopisch das Ganze durchsetzen und an den säuligen Krystallen augenscheinlich oft Dislocationen hervorgerufen haben (Tab. VI, Fig. 5).

Ein Schiefer der eben beschriebenen Art ist es, welcher das genetisch beweisende geborstene Fragment (Tab. VI, Fig. 1) geliefert hat; in die Kluft ist eine Partie offenbar schon sehr zähflüssig gewesener Trachytmasse hineingepresst worden, die Wände der Kluft sind mit den oben erwähnten Quarz- und Tridymitkrystallen besetzt, und auch von da aus ziehen auf den feinsten Spalten längs den Schichtflächen Strassen winziger Hornblenden etc. sich in den Schiefer hinein.

Die Hornschiefer scheinen vorwiegend in den grösseren Fragmenten aufzutreten, während die kleineren und kleinsten, namentlich ganz dünne Platten und Scherben, mehr den bisher beschriebenen Gebilden angehören.

Die Hornschiefer stellen oberflächlich weit weniger entschiedene Glimmerschiefer dar, als die gefleckten Hornfelse und Chiastolithschiefer, nur spärlicher Glimmerüberzug ist wahrzunehmen, sonst entspricht das Aeussere ganz dem frischen Innern. Sie sind gleichfalls jenen oben beschriebenen eng verwandt; mit den marmorirten Hornfelsen haben sie die Härte und Dichtigkeit der Grundmasse und die allgemeine Form der Andalusite gemein, welche aber hier kleiner und viel spärlicher vertheilt sind, so dass man sie makroskopisch nur durch ihren eigenartigen Glanz auf den Spaltungsflächen noch unterscheiden kann. Mit den Chiastolithschiefern ist die deutliche Schieferung und Schichtung, sowie der

Digitized by Google

reichliche Gehalt an den erwähnten, nach den Schichtflächen gezogenen, gelblichweissen Drusenräumen, die oft ganz mit Feldspath erfüllt sind, so dass sie schmitzen- und augenartig werden; sie nehmen in den Hornschiefern so überhand, dass sie eine ähnliche Stelle in ihnen einnehmen, wie der Glimmer im Freiberger Gneiss. Das Ganze erhält dann selbst ein gneissartiges Aussehen und wird einem früher geradezu als Gneiss bezeichneten Schiefer des Eckerthales im Harz vergleichbar.

Die Hauptmasse der Hornschiefer (Tab. VI, Fig. 3) ist dunkelbraun und von zahlreichen mehr oder weniger breiten schwarzen Streifen entlang den Schichtflächen durchzogen, welche jene hellen Schmitzen und Drusen oft augenartig umziehen; letztere werden hauptsächlich durch biotitreiche Lagen gebildet. Mikroskopisch erweist sich, dass das Gestein aus dreierlei verschiedenen Massen zusammengesetzt ist; den meisten Raum nimmt eine ziemlich helle, wenig krystallinische, schmutzig gelbliche Substanz ein, mit spärlich vertheilten Orthoklasen, und von feinen Biotitschüppchen gleichmässig durchsetzt; stellenweise treten grosse Biotitansammlungen auf und diese besonders sind von den dunklen, vielfach augenartig gewundenen Glimmerbändern durchzogen. Ein anderer Theil besteht aus einem ganz ähnlichen Mineralmagma, wie die oben beschriebenen Gesteine; dieses ist bläulichgrau und sehr krystallinisch, enthält die gleichen, bei schwacher Vergrösserung als dunkle Körnchen mit grünem Schimmer erscheinenden Hornblenden, wie die Chiastolithschiefer, wenn auch lange nicht in gleicher Menge; ferner Andalusite mit sehr bemerkenswerthen Quarzdurchwachsungen, Titanit und Disthenfaserbüschel, letztere in bedeutender Anhäufung, einen wahren Filz bildend. — Diese Partien des Schiefers laufen häufig den dunklen Bändern entlang und sind eigenthümlich vielfach lappenartig verästelt eingewachsen. Den dritten Bestandtheil bilden die hellen schmitzenförmigen Partien, mit oder ohne Hohlräume, die sich oft mit zackigen Rändern auf lange Erstreckungen hindurchziehen. Sie sind, wie die eben geschilderten, bald mehr als Augen, bald mehr als lange Schmitzen und Bänder entwickelt und bestehen vorwiegend aus Feldspath, Orthoklas in Karlsbader Zwillingen und einfachen Säulen, und daneben Plagioklas in polysynthetischen Krystallen. Ausserdem ist besonders Quarz, Tridymit und Magneteisen zu nennen, letzteres zuweilen in langen opaken

Digitized by Google

und zackigen Formen den Medianräumen der Schmitzen als deren Ausfüllung sich entlang windend. — Diese Gesteinsbestandtheile sind ebenfalls nicht scharf abgesetzt, sondern gehen, durch Aufnahme von Glimmerschüppchen in die Feldspathmasse, in den umfliessenden Schiefer über.

Die Analyse eines Stückes mit möglichst wenig Drusenräumen stellte Herr Dr. Bettendorf in seinem Privatlaboratorium an:

Analyse des Hornschiefers.

SiO_2	51·96
Al_2O_3	29·81
FeO / Fe_2O_3	10·50
CaO	1·12
MgO	1·50
Glühverlust	2·01
Rückstand (Alkalien)	3·10
	100·00.

Die Abweichungen von der im allgemeinen nicht wesentlich verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Andalusitschiefer, die weiter oben steht, gehen bereits aus der mikroskopischen Betrachtung hervor: die Abnahme der Andalusite und das Auftreten der Feldspäthe weist auf eine Verringerung des Thonerdegehaltes unter gleichzeitiger Vermehrung der Alkalien und der Kalkerde hin; ähnlich lassen sich die übrigen chemischen Unterschiede mit der mikroskopischen Untersuchung in Einklang bringen.

Gneisse oder doch ganz ähnliche Gesteine bilden nur einen kleinen Bruchtheil der Perlenhardter Fragmente; sie sind den gefleckten Hornfelsen ähnlich, doch wird dieses Aussehen hier bewirkt durch ein körniges Gemenge von Biotit, Feldspath und Quarz in geschichteter und kleinflaseriger Structur, in welchem die balkenförmigen Anfänge der Andalusite sich nur noch spurenweise zu zeigen scheinen.

Die Vergleichung der Perlenhardter Fragmente mit Schiefereinschlüssen von Eruptivgesteinen in der näheren und ferneren Umgebung führt zu einigen wohl beachtenswerthen Ergebnissen.

Digitized by Google

Hier sollen jedoch vorläufig nicht eingehende Beschreibungen aller dieser Einschlüsse erbracht werden, sondern nur so weit es zum klaren Verständniss der oben geschilderten, wie es schien, bemerkenswerthesten unter allen nützlich sein mag.

Nicht allein in der Perlenhardter Abänderung des „Drachenfelsites" sind die beschriebenen Fragmente zu finden; Dechen (l. c. pag. 119), der diese Einschlüsse wohl kennt und als streifige Gemenge von Sanidin und Glimmer vermuthet hat, erwähnt sie ausser von der Perlenhardt noch vom Buckeroth, Lohrberg, Hardt am Lohrberg, Rosenau, Drachenfels. Seine Vermuthung einer Beziehung des Hornblende- und Glimmergehaltes zwischen Fragmenten und Eruptivgestein scheint sich jedoch nicht zu bestätigen.

Ueberall, wo der Sanidinoligoklastrachyt im Siebengebirge ausgebildet ist, werden sich auch jene eigenthümlichen Schieferstücke eingeschlossen zeigen; die von der Perlenhardt wurden deshalb zur Bearbeitung ausersehen, weil sie da in möglichst frischem Zustand, in vollkommenster Ausbildung, wie der Trachyt selbst, und in verhältnissmässig grösster Menge zu haben sind.

Von den übrigen vulcanischen Gesteinen des Siebengebirges sind besonders der Hornblendeoligoklastrachyt von der Wolkenburg und das ähnliche Gestein von dem Stenzelberg und der Rosenau durch ihren Reichthum an Schieferfragmenten bekannt; auf wenigen Steinen des Bonner Pflasters vom Stenzelberg wird man jene vermissen. Die Quarzfragmente im Wolkenburger Trachyt sind rissig und bläulich gefärbt, sonst wenig verändert; am Stenzelberg und an der Rosenau kommen theils wenig veränderte Gangquarze (manche mit Tridymit), offenbar aus dem Devon, theils stark umgewandelte grosse Splitter vor, die im Querschnitt breite, braune, glasige Randzonen haben und durch zahllose Sprünge in unregelmässig säulige röthlichgraue Massen ungefähr senkrecht gegen den Trachyt, getheilt sind. Die Schieferfragmente der Wolkenburg nähern sich in der Beschaffenheit der Grundmasse denen der Perlenhardt zuweilen; Spuren jener säuligen Mineralien sind aber nur selten nachzuweisen. Bemerkenswerth ist ein thonschieferartiges Gestein, das sich vor anderen solchen durch Atlasglanz auf den Flächen auszeichnet; letztere sind von einzelnen kleinen Andalusiten durchsetzt von der Form und Farbe derer in den Perlenhardter marmorirten Hornfelsen. Alle Wolkenburger Fragmente haben wieder

Digitized by Google

ihren eigenartigen Habitus, sind stets fest mit dem Trachyt verwachsen und bilden, zuweilen gabelförmig nach den Schichtflächen gespalten, Uebergänge in diesen. — Die Stenzelberger Schieferbruchstücke weichen auch von den letzterwähnten, trotz der Aehnlichkeit des Trachytes, durchgehends in ihrer allgemeinen Beschaffenheit etwas ab; sie enthalten in der Regel viel mehr Biotit, oft in Blättern ausgeschieden und sind weniger fest, mehr nach Art des Perlenhardter Vorkommens, mit dem Eruptivgestein verwachsen. Man findet dort überwiegend streifige und flaserige, gneissartige Stücke, an der Wolkenburg Hornschiefer und Bandschiefer; überall sind es aber auch da mehr oder weniger krystallinische Schiefer.

Unter den schiefrigen Auswürflingen bei Laach sind besonders Wolf's „Stabschiefer" hier zum Vergleich heranzuziehen [1]): ein derartiges als „Fleckschiefer" bezeichnetes Stück in der Schausammlung des Bonner Universitätsmuseums unterscheidet sich äusserlich so wenig von den angegangenen Chiastolithschiefern der Perlenhardt, dass Zweifel an der Zuverlässigkeit der alten Etikette aufkommen können. Doch scheint die Masse mehr feinblasig aufgetrieben und porös zu sein, ist daher rauh anzufühlen, während die Perlenhardter aussen glimmerschieferartig weich und, abgesehen von den langen Drusenräumen, compact ist; eine mikroskopische Untersuchung würde hier vielleicht entscheidend sein. Offenbar haben aber manche dieser Schiefer, wie manche Laacher Trachytbomben, unter beinahe gleichen Verhältnissen ihr endgiltiges Aussehen erlangt, wie der Perlenhardter Trachyt und seine Fragmenteinschlüsse; es waren demnach auch fast gleiche Ausbildungen ermöglicht. Zu beachten ist ferner das häufige Auftreten des Disthen in den Laacher Schieferfragmenten, dort in bereits makroskopischen weissen Radialfaserbüscheln; ihr Zusammensein mit Dichroit erinnert wieder an die sächsischen Cordieritgneisse von Lunzenau etc., wo die Radialfaserbüschel mikrolithisch sich in Menge zeigen, wie in drei Gesteinsvorkommen von Strehla (s. Pohlig l. c. pag. 558, 561, 565), die ihrerseits durch theilweisen Andalusitgehalt mehr den Perlenhardter Schieferfragmenten sich nähern. — Die Fleckschiefer und Fruchtschiefer bei

[1]) Th. Wolf, die Auswürflinge des Laacher Sees. I., pag. 488. Zeitsch. d. d. geol. Ges. XIX., pag. 451, Berlin 1867.

Digitized by Google

Laach sind in ihrem Aussehen wesentlich verschieden von den typischen sächsischen Fruchtschiefern bei Wesenstein etc. und den ähnlichen Gebilden der Perlenhardter Chiastolithschiefer: in beiden letzteren sind es kleine balkenförmige, viel dunkler als das Gestein erscheinende Gestalten, in den ersteren grosse, länglich linsenförmige Absonderungen von wenig eigenthümlicher Färbung. In den Laacher Fleckschiefern sind Ansammlungen von gleicher Form durch hellere Farbe und geringeren Glanz von der sonstigen, phyllitartigen Schiefermasse unterschieden.

Die Aehnlichkeit in der äusseren Umgrenzung zwischen diesen Flecken und Fruchtkorngestalten einerseits und den dortigen Cordieriten anderseits hebt Wolf hervor, gelangt aber dabei zu der eigenthümlichen Ansicht, jene als Degenerationsproducte des letzteren zu erklären. Das vereinzelte Vorkommen von Muscovit und an den Rändern der Schiefern gefritteter Cordierite kann nicht als Stütze seiner Annahme von dem Dasein des Cordierites schon vor Entstehung des Vulcanes bestehen bleiben; es scheinen sich hier vielmehr höchst bemerkenswerthe Beziehungen zu ergeben zwischen Cordierit und dem ja auch dichroitischen und oft bläulichen Andalusit, der sich in der Nachbarschaft balkenförmiger Flecken und Fruchtkorngestalten vorfindet.

Ausserdem liegen in den Laacher Tuffen Gesteine, die Gneissen, Glimmerschiefern und Hornblendeschiefern gleichen[1]); übrigens kommen auch in den Siebengebirger Trachyttuffen Glimmerschieferfragmente und Fleckschieferstücke vor. Unter den Auswürflingen des Laacher Sees sind nun aber auch äusserlich unveränderte oder wenig umgewandelte Thonschieferfragmente gewöhnlich, die dem Perlenhardter Trachyt zu mangeln scheinen.

Die Mühlsteinlava von Niedermendig ist besonders reich an Einschlüssen schiefriger Gesteine, theilweise von Lehmann[2]) beschrieben; hervorhebenswerth ist, dass diese Schiefer ebenfalls reich sind an Mikrolithenfaserbüscheln. Auch da ist die Gestaltung der Einschlüsse eine ganz eigenartige; charakteristisch ist fein-

[1]) H. v. Dechen, geognost. Führer an den Laacher See und seine vulcanische Umgebung, pag. 589. Bonn 1864.

[2]) J. Lehmann, über die Einwirkung eines feurig-flüssigen basalt. Magma's auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse. Verh. d. nath. Ver. für Rheinl. und Westf. 1874, pag. 1, Tab. I, II.

Digitized by Google

blasige Auftreibung und daher sehr rauhe Bruchflächen nach Art der umschliessenden Lava selbst, wie denn überhaupt bei den meisten solcher Fragmente in vulcanischen Gesteinen sich bis zu gewissem Grade Anpassung in äusserer Gestaltung und mineralogischer Zusammensetzung an die umschliessende Masse nicht leugnen lässt. Die meisten der Niedermendiger Bruchstücke sind entschieden krystallinisch, doch sind auch äusserlich wenig beeinflusste Schiefer in allen Farben dort keine Seltenheit; man kann sie auf den Bonner Trittsteinplatten schon in Menge beobachten. Von den bezeichnenden Schiefern des Perlenhardter Gesteines ist aber dort noch nichts gefunden worden.

Die Basalte der Bonner Gegend umschliessen Schieferfragmente nicht allzuhäufig. Einer der an fremdartigen Gesteinsstücken überhaupt reichsten derartigen Ausbrüche dürfte der Basaltsäulenmeiler von Muffendorf sein: hier kommen ausser den gewöhnlichen Stücken ölglänzenden Quarzes auch röthlich gefärbte Braunkohlenquarzite, ferner granit-, rhyolith-, dolerit- und dioritartige Einschlüsse, meist blasig und mit Magneteisen imprägnirt, sowie bimssteinartig aufgeblähte Sanidinmassen vor. Auch Schiefer sind nicht selten, so wurde ein 20 Cm. langes, durch einen 2 Cm. breiten Basaltgang zertrenntes Fragment beobachtet. Es sind Thonschiefer, scheinbar wenig verändert, und zwar ähnlich dem Hornschiefer braun gebrannt, compact und fein gebändert, den Hornfelsen der Perlenhardt vergleichbar und wie diese mit heller Aussenzone; von deutlich krystallinischen Schiefern und Andalusiten dürfte aus den Basalten nichts vorhanden sein.

Unter den Producten des erloschenen Roderbergkraters bei Bonn finden sich weit häufiger noch Theile des Devon und des oligocaenen Tertiär eingeschlossen; aus letzterem stammen gehärtete weisse und rothe Schieferthonstücke und mehr oder weniger stark gefrittete und geschwärzte oder schwarzgefleckte Quarzkiesel, deren glasige Ueberzüge manchmal runzelig sind, ganz wie diejenigen der Meteoriten von Stannern, auch zuweilen bunt metallisch angelaufen. An den Schieferstücken aus dem Dévon kann man nur den geringsten Umwandlungsgrad erblicken; sie tragen aussen einen grünlichen, schlackig glasigen Ueberzug, sind vielfach geborsten und schwarz gefleckt und vollständig gebrannt, —

Digitized by Google

Veränderungen, wie sie auch die Hitze eines Ziegelofens zu bewirken vermag.

Die Einzelvulcane der Eifel haben bekanntlich weit stärker angeschmolzene Quarzkiesel geliefert, solche mit dickem grünlichglasigen Ueberzug. Die bisher von dort gefundenen schiefrigen Auswürflinge bieten dagegen wenig Hervorhebenswerthes; in den losen Tuffen, beispielsweise des Dreiser Weihers und von Rockeskyll, liegen wohl neben den grossen Hornblenden und Biotiten Stücke von Sandstein (theilweise mit Pflanzenresten), Schieferthon, Grauwackenschiefer etc. in grösster Menge, oft mit Lava umwickelt; aber die meisten sind kaum verändert. Die weniger häufigen umgewandelten Schiefereinschlüsse sind denen der Mendiger Lava ähnlich, in der Regel noch rauher, und fast bimssteinartig aufgebläht.

Auch in vortertiären Eruptivgesteinen haben manche Geologen aus der Tiefe stammende Fragmente unterscheiden zu können geglaubt, welche von anderen theilweise als Secretionserscheinungen angesehen werden, wie solche ja ebenfalls in tertiären und recenten Laven nachweisbar sind. H. v. Dechen l. c. 1861 vergleicht auch die besprochenen Einschlüsse in den vulcanischen Massen des Siebengebirges mit jenen vortertiären Gebilden; Verfasser dieses ging von demselben Standpunct aus und betrachtete die Perlenhardter Fragmente solange mit skeptischem Auge, bis sich das, wenn man nicht spitzfindig sein will, genetisch beweisende Belegstück fand, das in Tab. VI, Fig. 1 abgezeichnet und oben beschrieben ist. Dasselbe musste mit einem Schlag alle Bedenken zerstreuen, welche etwa das häufige Auftreten der Quarzsplitter und die Analogie mit den Stücken am Laacher See etc. über die Natur der schiefrigen Einschlüsse des Trachytes noch übrig lassen mochte.

Darum ist man jetzt berechtigt, weiter zurückzuschliessen auf ähnliche Bestandmassen vortertiärer Eruptivgebilde. Die Granite namentlich enthalten gewöhnlich neben Quarzstücken schiefrige Partien bis zu bedeutendem Umfang, die sich wohl in der allgemeinen Art der Zusammensetzung mit den Perlenhardter Schiefern vergleichen lassen, aus denen aber weder Andalusite noch Aufblähungen längs den Schichtflächen in Gestalt langgezogener Drusenräume bekannt sein dürften; Andalusite kommen dagegen im Contact der Granite mit umgebenden Thonschiefern

Digitized by Google

in letzteren bekanntlich oft genug vor; im Contacte des Perlenhardter Trachytes mit dem ihn umgrenzenden Thonschiefer würde man, falls Aufschlüsse da wären, schwerlich irgendwelche wesentliche besondere Veränderung des ebengenannten antreffen.

Von späteren vortertiären Ausbrüchen dürfte eines der bemerkenswerthesten Beispiele für eingeschlossene Schieferfragmente aus der Tiefe der Granitporphyr von Beucha bei Leipzig[1]) sein, welcher Schiefer, wohl des Silur, durchbricht; auf der Mehrzahl der Leipziger Trittsteinplatten kann man diese Einschlüsse verfolgen, während die der Granite dort in den übrigen Pflasterschwellen zu beobachten sind. Die Quarzstücke in dem Gestein von Beucha sind, ganz ähnlich denen der Siebengebirger Trachyte, körnig abgesondert und ölglänzend oder geröthet; die Schiefer scheinen äusserlich auffallend wenig verändert, wenn man anstehende der Umgebung damit vergleicht.

Für genetische Fragen sind die Perlenhardter Funde offenbar von hervorragender Bedeutung.

Zunächst ist an dieser Stelle nochmals zu betonen, dass das in Fig. 1, Tab. VI, dargestellte geborstene Fragment entscheidend ist für die Stellung aller dieser und ähnlicher Schiefereinschlüsse in den Trachyten nicht als Ausscheidungen der letzteren, sondern als einst durch die empordrängende Glutmasse losgerissener und umhüllter Theile von Sedimentgesteinen, die in der Tiefe anstehen. Die Schieferflächen liegen zu beiden Seiten der Kluft in einer Ebene (während manche der grossen Sanidine des Trachytes oft mehrfach geknickt und gestaucht sind), der Riss geht der Länge nach, nicht quer durch das längliche Schieferstück, so dass zwei schmale Scherben entstehen, wie man sie einzeln häufiger findet. Danach ist eine Zerklüftung durch mechanische Druckkräfte nicht denkbar. Die Kluft erstreckt sich aber auch nicht ausserhalb des Schiefers, in die Trachytmasse, im Gegentheil ist letztere noch theilweise in die Kluft eingedrungen, am tiefsten, wo diese am breitesten ist; es ist also ebensowenig etwa ein Zerreissen in Folge Abkühlung der ganzen Masse, nach Analogie der Sprünge zwischen den Basaltsäulen, als Ursache der Erscheinung vorauszusetzen. Dieses geborstene Frag-

[1]) E. Baranowsky, die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Granitporphyre. Zeitsch. d. d. geol. Ges. XXVI., pag. 522. Berlin 1874.

Digitized by Google

ment ist nur zu erklären aus der Annahme einer bedeutenden Spannung und darauf folgenden Zerspringens, bewirkt durch Umhüllung des kalten Bruchstückes mit dem heissen Trachytmagma; und zwar muss der feurige Brei sehr zähflüssig, das Emporreissen trotzdem ein sehr rasches gewesen sein, sonst wären die beiden völlig getrennten Hälften nicht nebeneinander liegen geblieben, noch dazu in derselben Ebene. — Aehnlich wird man sich beiläufig das Vorkommen geborstener Rollstücke in den archaeischen Conglomeratschiefern von Strehla (Pohlig l. c. pag. 557) aus der Einwirkung regionaler Metamorphose zu deuten haben.

Fernerhin wird vorerst für die Perlenhardter Schiefereinschlüsse, die Annahme sehr wahrscheinlich, dass sie Theile des in der Umgegend anstehenden klastischen Devonschiefers gewesen sind, die im Contact mit dem Trachyt ihre krystallinische Beschaffenheit erhalten haben.

Zunächst beweisen die mit Quarz, Tridymit etc. besetzten Drusenräume in den Schieferfragmenten, deren augenartiges Umflossensein von dunkeln Gesteinsbändern in den Hornschiefern, unumstösslich eine mineralogisch-chemische Einwirkung des Trachytmagma's auf das vorher plastisch erweichte Schiefergebilde. — Weiter deutet der Umstand, dass sich nach Obigem und Figg. 1, 5, Tab. VI, dieselbe schwarze Masse, welche die Chiastolithbildung hervorgerufen hat, in ganz ähnlicher Weise um Gangtrümer schart, eine secundäre Entstehung jener Krystallsäulen an, für welche Voraussetzung noch ausserdem das Zusammenvorkommen verschiedenartigster Stadien der Ausbildung erwähnter Mineralien von den ersten Anfängen an in demselben Handstück anzuführen ist. Ein Spitzfindiger vermöchte indess einzuwenden, dass dies eben so gut in einem Schiefer der Tiefe schon vor Entstehung des Trachytes durch regionale oder Contact-Metamorphose erreicht worden sein könnte. — Keine Einwände dürften zu erheben sein gegen das Beweisende der Thatsache, dass im Drachenfelser Trachyt und namentlich an der Perlenhardt andere schiefrige Fragmente nicht gefunden worden sind, als die oben beschriebenen, diese aber in Menge; dass man trotz des so häufigen Vorkommens veränderter Quarzstücke unveränderte oder äusserlich wenig veränderte Devonschiefer nicht gewahrt, die weit und breit in der Umgegend doch das einzige anstehende Schiefergestein sind, während

Digitized by Google

aus obiger Uebersicht hervorgeht, dass solche in später entstandenen benachbarten Eruptivgesteinen zusammen mit den Quarzen zahlreich genug als fragmentarische Bestandmassen enthalten sind. — Schliesslich ergiebt sich ein Beweis aus eben dieser oben gegebenen Vergleichung mit den Schieferfragmenteinschlüssen anderer vulcanischer Ausbrüche; dieselbe scheint entschieden darauf hinzuführen, dass typisch verschiedene Eruptivgebilde auch wesentlich verschiedenartige, und zwar in der Regel je nach dem umschliessenden Gestein bis zu gewissem Grad gemodelte Schieferfragmente aus der Tiefe bergen. Am bestimmtesten gilt das für den Drachenfelser Trachyt: man hat nach Obigem Einschlüsse, die den seinigen petrographisch vergleichbar sind, nur in einem entfernt ähnlichen Exemplar an der Wolkenburg und in vereinzelten sehr ähnlichen bei Laach nachgewiesen, unter der weit überwiegenden Mehrzahl anders gebildeter Schieferfragmente, wie sie von allen anderen Laven der Umgebung ausschliesslich umhüllt werden. Die oben geschilderten Schiefer sind für das Drachenfelser Gestein bezeichnend, sie finden sich überall in demselben als dessen einzige schiefrige Gebilde, meist in Menge, sie erscheinen innerhalb dieser Trachytart wiederum am vollkommensten in der wohlgebildetsten Abänderung derselben von der Perlenhardt; während sie auch hier von Quarzstücken und fremden Trachytknollen in gleicher Menge und Beschaffenheit begleitet sind, wie die wesentlich verschiedenen Schiefereinschlüsse des Stenzelberger Trachytes und, bezüglich der Quarze auch aller anderer Eruptivgebilde der näheren und weiteren Umgebung.

Würdigt man die Perlenhardter Schieferfragmente endlich ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung nach noch an und für sich einer kurzen genetischen Betrachtung, so fällt ausser den diesem Abschnitt an die Spitze gestellten Thatsachen in's Gewicht, dass gerade die als Contactmineralien so oft auftretenden Andalusite, sowie die Mikrolithenfaserbüschel von Disthen in keinem dieser Schiefer fehlen, und in so eigenthümlicher Weise zur Entwickelung gelangt sind. Der Umstand, dass die Schiefer selbst in verschiedenen, wenn auch durch Uebergänge eng verknüpften, nach Obigem viererlei Abstufungen vorkommen, ist theils aus dem abweichenden Umfang der Stücke (oft sind grössere hornschieferartige Schollen von vielen bis verschwindend kleinen glim-

Digitized by Google

merschieferähnlichen „Trabanten“, wie Wolf bezüglich ähnlicher Verhältnisse an Laacher Fragmenten treffend sich ausdrückt, umgeben, die augenscheinlich sich von dem grossen Theil gelöst haben) zu erklären, theils aus der verschieden langen Einwirkung des vulcanischen Magmas, nöthigenfalls aus verschiedenartig anzunehmender Beschaffenheit des klastischen Substrates, als Dachschiefers, Thonschiefers, Schieferthons, Sandsteins etc., Gesteine, die ja alle nach Obigem in der Umgegend anstehend gefunden werden.

Aus letzterem Umstand folgt andererseits, dass man auf die angeführten chemischen Abweichungen ein allzu grosses Gewicht nicht legen darf. Immerhin verdient es doch vielleicht Beachtung, dass zwischen dem Perlenhardter Schiefereinschluss und dem möglichst ähnlich gewählten unveränderten Thonschiefer des Anstehenden eine so hohe Differenz des Kieselsäure- und Thonerdegehaltes herrscht, wie die oben gegebene, weil dieser Umstand in gewisser Beziehung zu stehen scheint zu Erscheinungen am Roderberg und Laachersee: dort kann man beobachten, wie gefrittete Quarze auf den Bruchflächen ein mehlig-weisses Ansehen erhalten haben; an anderen erkennt man in dem bläulich-weissen Quarzgemenge gelblich-weisse Partien, die sich unter der Lupe als Plagioklas erkennen lassen. Allmähliche Uebergänge führen zu einem gleichmässigen Gemenge von Quarz und Feldspath, auf den ersten Blick gleichförmig und mehlig-weiss auf den Bruchflächen; bei näherer Betrachtung in jene gelblichen und bläulichen Farbentöne sich auflösend.

Fasst man das Gewonnene zusammen, so folgt daraus, dass die theilweise durch Hitze geborstenen Fragmente von Andalusithornfels, Chiastolithschiefer, Hornschiefer und Gneiss im Perlenhardter Drachenfelsit nicht wohl von petrographisch ihnen gleichen in der Tiefe lagernden Schiefercomplexen abstammen können; sie scheinen vielmehr einer der deutlichsten Beweise zu sein für die hydrothermische Contact-Metamorphose klastischer Schiefer durch gluthflüssiges Eruptivmagma, und zwar durch ein so typisch-tertiäres, wie der Drachenfelser Trachyt ist. Freilich kommt dieser in seiner äusseren Erscheinung den alten Graniten und Granitporphyren unter allen tertiären

Digitized by Google

vulcanischen Gebilden am nächsten; was die Granite an Thonschieferlagern ihrer Umgebung, das vermochten die Trachyte wenigstens an umhüllten kleinen Fragmenten solcher Schiefer in ähnlicher Weise hervorzurufen.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Theil eines Trachytstückes von der Perlenhardt bei Bonn mit geborstenem Chiastolithschieferfragment, das an dem einen Ende nicht ganz vollständig erhalten ist. In die Kluft ragt ein Grat von Trachytmasse herein, am tiefsten, wo jene am breitesten ist; die Wände des Spaltes sind mit vielen Kryställchen besetzt und von jenen aus dringen Strassen winzigster Krystallgebilde auf feinen Spalten längs den Schichtflächen in das Innere. Der Trachyt ist grau (Grundmasse) und weiss (Oligoklase) gefleckt, rissig, besonders um die grösseren Sanidine und von vielen Biotitblättchen durchwachsen. Pag. 359.

Fig. 2. Aussenfläche von verwittertem Chiastolithschiefer, aussen grau mit dunkeln Glimmerflecken, innen grauschwarz; die Chiastolithe theils längs der Schieferfläche liegend, theils etwas saiger einschiessend; letztere bieten schräge Querschnitte, erstere hohle Längsschnitte, die äussersten Scheiden, die oft mit Biotit verwachsen sind. Aus dem Perlenhardter Trachyt. Pag. 348.

Flg. 3. Dünnschliff des Hornschiefers; Grundmasse schwach gelblich-braun mit Glimmerschüppchen, von dunklen Glimmerzügen, andalusit- und disthenreichen lappig verästelten rauchgrauen Partien von der Zusammensetzung der Andalusithornfelse (Fig. 4, Hornblenden als Puncte), drittens drusigen Hohlräumen mit heller Umgebung von Feldspäthen durchsetzt; diese sind durch schraffirte Balken und starke schwarze Strichelchen, die Andalusite als weisse Balken wiedergeben. Unten grenzt Trachyt an. — Perlenhardt, Pag. 352.

Fig. 4, 5. Dünnschliffe des Andalusithornfelses und Chiastolithschiefers; in letzterem ist die Grundfarbe grünlich-schwarz, in den dunkleren Theilen sind die Hornblendekörnchen zahlreicher und mit viel Biotit aggregirt, in den helleren walten die Disthenfaserbüschel vor. Perlenhardt. Pagg. 346, 350 bis 351.

Fig. 6. Garbenartige schwarze Gebilde im Chiastolithschiefer. Perlenhardt. Pag. 349.

Fig. 7. Chiastolithe von Strehla i. S. Pag. 348.

Digitized by Google

XIII. Notizen.

Ueber Pseudoapatit. Obwohl Breithaupt schon in seinem „Vollständigen Handbuch", 2., 283, den sogenannten Pseudoapatit von der Grube Churprinz bei Freiberg als eine Pseudomorphose nach Pyromorphit erklärte, findet man doch in den meisten Lehrbüchern, so von Naumann, Blum, Leonhard, angegeben, dass das Mineral ein verunreinigter oder zersetzter Apatit sei. Diese irrthümliche Annahme hat sich wahrscheinlich durch die Mittheilungen der Chemiker Erdmann und Rammelsberg herausgebildet, welche Beide geradezu das Vorkommen für Apatit erklärten. Als eine weitere Folge dieses Irrthums ist Freiberg selbst unter die Fundorte des Apatit gestellt worden. In Freiberg ist indessen nie Apatit vorgekommen und der sogenannte Pseudoapatit hat mit Apatit nichts zu thun, es liegt eben nur eine Pseudomorphose von Kalkphosphat nach Pyromorphit vor. Und wie man glücklicherweise für Pseudomorphosen keine besonderen Namen hat, so könnte auch der Name „Pseudoapatit" füglich wegfallen.

Die erste Mittheilung über Pseudoapatit giebt Plattner in seiner Löthrohrprobirkunst, 1835, indem er schreibt: „Ein problematisches erdiges Mineral kommt zuweilen bei Churprinz Friedrich August Erbst. unweit Frieberg, auf der halbneunten Gezeugstrecke mit verschiedenen Silbererzen und namentlich mit dunkeln Rothgiltigerz, sowie auch mit Schwefelkies auf einem Gange in Drusen als ein hexagonal prismatisches, theils gelblichweisses, theils röthlichgelbes, scheinbar verändertes Naturproduct vor, dessen Bruch meist erdig erscheint. Herr Prof. Breithaupt nennt es Pseudoapatit". Plattner giebt hierauf den Gang und das Resultat seiner Löthrohruntersuchung an.

Unmittelbar darauf giebt O. Erdmann, Journ. f. prakt. Chemie 1835, 471, das Resultat seiner Untersuchung bekannt, welches mit dem Plattner'schen ganz übereinstimmt; Erdmann bestimmt den Kalkerdegehalt zu 53·95 Procent und erklärt das Mineral für erdigen Apatit.

Das Jahrbuch für den sächsischen Berg- und Hüttenmann, 1836, bringt sodann folgende Notiz: „Zu erwähnen ist das im Jahre 1834 beobachtete Vorkommen von Drusen vollkommener sechsseitiger Prismen eines lichtbräunlichen, dichten, vielleicht pseudomorphosen oder etwas zersetzten Minerals, welches hauptsächlich aus phosphorsaurer Kalkerde besteht und daher vielleicht Apatit sein könnte, von Churprinz Friedrich August Erbstollen."

Breithaupt erklärt a. a O., 1841, den Pseudoapatit ganz richtig für Afterkrystalle, die ehemals Pyromorphit waren, während endlich Rammelsberg, welcher die erste vollständige Analyse lieferte, Pag. Anm. 85, 297, 1852 schreibt: „Ohne Zweifel ist der Pseudoapatit ein durch Zersetzung angegriffener Apatit, was sein Ansehen deutlich zeigt."

Digitized by Google

Indem ich unlängst durch die Güte des Herrn Oberbergrath Müller in den Besitz einer solchen Stufe „Pseudoapatit" gelangte, konnte ich an derselben um so mehr das ursprüngliche Mineral Pyromorphit erkennen, als nämlich diese Pseudokrystalle etwas bauchig sind und spiessigen Habitus zeigen. Die bauchige Form der Krystalle ist ja bei Pyromorphyt sehr bekannt, bei Apatit aber wohl noch nicht beobachtet worden; über das Vorkommen von spiessigem Pyromorphit bei Churprinz vergleiche man mein Mineralogisches Lexicon für das Königreich Sachsen, S. 357.

Das neue Vorkommen von 1875, welches sich von dem alten Vorkommen von 1834 in dem Habitus der Krystalle so sehr unterscheidet, analysirte ich mit dem Ergebnisse *a* und gebe zum Vergleich Rammelsberg's Analyse des alten Vorkommens in *b*:

	a	*b*
Phosphorsäure	39·28	40·30
Schwefelsäure	1·42	—
Kalkerde	56·66	53·78
Talkerde	—	0·14
Eisenoxyd	—	1·78
Kohlensäure	(2·64)	(4·00)
Chlor	Spur	Spur
	100·00	100 00

Die Pseudokrystalle des neuen Vorkommens zeigen fast rein weisse Farbe und sitzen auf Schwerspath auf.

Ueber Neolith. Der lichtgrüne Ueberzug, welcher nicht selten die Pseudomorphosen von Eisenkies nach Magnetkies von Freiberg überkleidet und welchen ich früher näher untersuchte und vorläufig zum Neolith stellte (Jahrb. f. Mineral. 1874, 676), kommt auch als Ueberzug auf Schwerspathkrystallen der Grube Churprinz bei Freiberg vor. A. Frenzel.

Literatur.

D. L. Brackebusch: Las especies minerales de la republica Argentina. Buenos-Ayres, 1879.

Geo. I. Brush and Edward S. Dana: On the crystallized Danburite from Russell, St. Lawrence Cy., New-York. — American Journal of Sc. Vol. XX. August 1880.

L. Burgerstein und F. Noë: Geologische Beobachtungen im südlichen Calabrien Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXXI. 1880.

Digitized by Google

C. W. Gümbel: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. VI. Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen. — Sitzber. d. math.-phys. Classe d. k. bayer. Akademie d. Wiss. München, 1880, Heft 2, pag. 164.

Derselbe: Ueber die mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln (Enhydros) von Uruguay. — Ebenda pag. 241.

A. Heim: Die Erdbeben und deren Beobachtung. Auf Veranlassung der Erdbeben-Commission der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Basel, bei Benno Schwabe, 1880.

H. Hicks: On the precambrian rocks of west and central Ross-shir, with petrological notes by T. Davies. Geol. Mag. Dec. II. Vol. VII. 1880.

A. Inostranzeff: Ein neues äusserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoffe. — Neues Jahrb. f. Min. 1880, I. Bd., pag. 97.

J. Jouyovitch: Note sur les roches eruptives et metamorphiques des Andes. Belgrad 1880.

C. Klein, Zur Erinnerung an Karl von Seebach Göttingen, 1880.

Derselbe: Mineralogische Mittheilungen VII. 18. Ueber den Boracit. — Neues Jahrb. f. Min. 1880. II. Band, pag. 209.

F. Klocke: Ueber ein optisch-anomales Verhalten des unterschwefelsauren Blei. — Neues Jahrb. f. Min. 1880. II., p. 97.

H. Laspeyres: Mineralogische Bemerkungen: 12. Aragonitkrystalle von Oberstein a. d. Nahe. 13. Quarzkrystalle von Süderholz bei Siptenfelde im Harze. 14. Die krystallographischen und optischen Eigenschaften des Mangan-Epidot (Piemontit). — Zeitschr. f. Kryst. IV., 5, pag. 433.

A. v. Lasaulx: Der Aetna. Leipzig 1880. Der Verfasser hat sich der ebenso dankbaren als wichtigen Aufgabe unterzogen, die durch den verstorbenen Sartorius v. Waltershausen vorbereitete Monographie des Aetna selbstständig zu bearbeiten und zu vollenden.

Der vorliegende erste Band enthält nach einer Lebensskizze von Sartorius im ersten Theil die Schilderung der Reisen des genannten Forschers im zweiten Theil die Geschichte der Eruptionen des Vulcans bis auf die neueste Zeit. Zahlreiche Kupfertafeln meist aus Sartorius grossem Aetna-Atlas und viele Holzschnitte beleben die Schilderung. Eine Reproduction der grossen Aetna-Karte ist dem Bande beigegeben.

Mit Aufmerksamkeit darf man dem Erscheinen des zweiten Bandes entgegensehen, der eine geologisch-topographische Schilderung des Vulcans und die von A. v. Lasaulx ganz selbstständig bearbeitete mineralogisch-petrographische Darstellung der Eruptionsproducte des Aetna enthalten wird.

Ausstattung und Druck sind so, wie man es von der alt renommirten Firma Engelmann erwarten konnte. B.

Digitized by Google

O. Leudecke: Ueber einen Anorthitbasalt von Fuji-no-yama in Japan.

Derselbe: Ueber Roemerit. Sitzber. der naturf. Ges. zu Halle. 1880.

F. Muck: Ueber zwei neue Mineralvorkommen auf der Grube Schwelm (erdiges, amorphes Eisencarbonat und Sulfatallophan). — Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen. XXVIII.

B. N. Peach and J. Horne; The old red and sandstone of Shetland. Royal Physical Society. February 1879.

Dieselben: The Glaciation of the Shetland Isles. — Quarterly Journal of the geological society, November 1879.

A. Phillips; On concretionary patches and fragments of other rocks contained in Granite. — Ebenda. Februar 1880.

G. vom Rath: Vorträge und Mittheilungen: Erneute Untersuchung des Cyanitsystems. Eine ungewöhnliche Verwachsung von Bleiglanzkrystallen. Wismutherze von Tazna in Bolivien. Reise in Oesterreich-Ungarn. Andesite vom Siebengebirge. Mineralvorkommnisse von Bodenmais.

H. Rosenbusch: Referat über die Aetna-Eruption vom Frühjahre 1879. — Neues Jahrb. f. Min. 1880, I. Bd., pag. 890.

A. Rothpletz: Die Steinkohlenformation an der Ostseite des Tödi. (Gneisse, Sericitgesteine, Verrucano.) — Abhandlungen der schweizerischen palaeontologischen Gesellschaft. Vol. VI, 1879.

O. Silvestri: Sopra un pulviscolo meteorico contenente abbondante quantità di ferro metallico, piovuto a Catania la notte dal 29. al 30. f. marzo 1880. — Reale Academia dei Lincei. Vol. IV, Serie 3a.

H. C. Sorby: On the Structure and origin of non calcareous stratified Rocks. Adress delivered at the anniversary meeting of the Geological society of London. Februar 1880.

A. Stelzner: Bemerkungen über krystallinische Schiefergesteine aus Lappland und über einen Augit-führenden Gneiss aus Schweden. Neues Jahrb. f. Min. 1880. II.

A. Streng: Ueber die Phosphate von Waldgirmes. — XIX. Bericht der oberh. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde.

Struever: Sulla Perowskite di Val Malenco. Reale Academia dei Lincei. Vol. IV, Serie 3a, 1880.

F. Toula: Die geologisch-geographischen Verhältnisse des Temesvarer Handelskammerbezirkes Mitth. der k. k. geograph. Gesellschaft. Wien 1880.

Digitized by Google

M. J. Thoulet: Contributions à l'étude des propriétés physiques et chimiques des minéraux microscopiques. (Thèses présentées a la Faculté des sciences de Paris.) Paris 1880.

G. Tschermak: Ueber die Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate und des Natronsalpeters. Anzeiger der k. Akad. der Wiss. zu Wien. 1880. Nr. XIX.

M. Websky: Ueber Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexionsgoniometer. Zeitschrift für Kryst. IV. 6., pag. 545. 1880.

Derselbe: Ueber die Berechnung der Elemente einer monoklinischen Krystallgattung. Monatsber. der kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. März 1880.

A. Weisbach: Characteres Mineralogici. Charakteristik der Classen, Ordnungen und Familien des Mineralreiches. Freiberg 1880.

Ch. E. Weiss: Die Krystallisationsgesetze seit Ch. S. Weiss, insbesondere die Lehre von den Hemiëdrieen, erläutert am Diamant. — Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1880, II. Bd., pag. 1.

K. A. Zittel: Ueber den geologischen Bau der libyschen Wüste. — Festrede, gehalten in der öffentlichen Sitzung der königl. bayerischen Akademie der Wissensch, zu München. 20. März 1880.

Digitized by Google

Fig. 1.

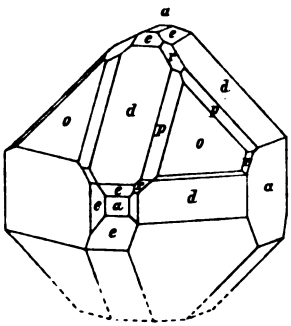


Fig. 2.

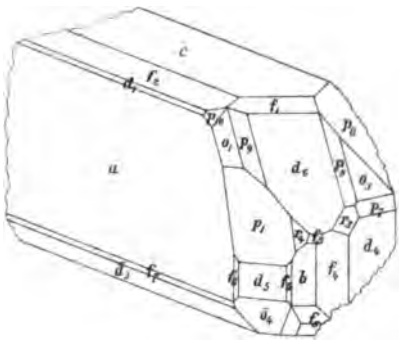


Fig. 3.

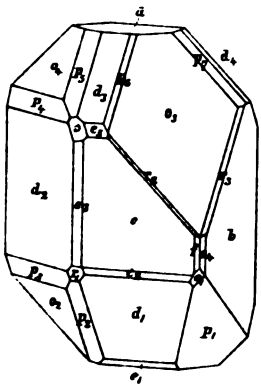


Fig. 4.

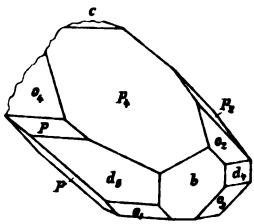
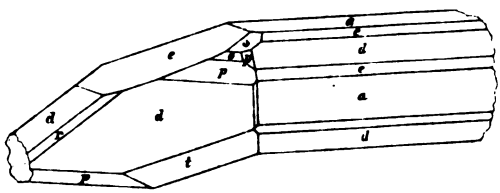


Fig. 5.



Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft IV.
Verlag v. Alfred Hölder k.k. Hof-u Universitäts Buchhändler.

Digitized by Google

Digitized by Google

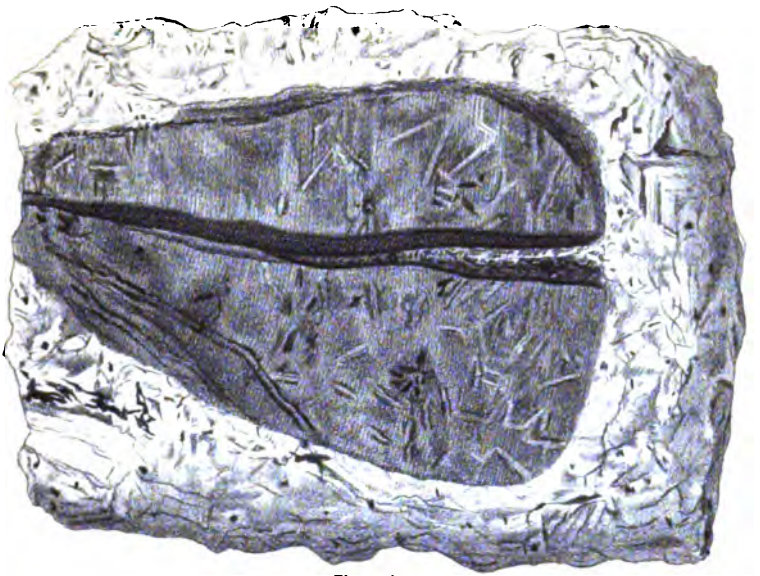


Fig. 1. (½)

Fig. 2. (½)

Fig. 6. (½)

Fig. 7. (½)

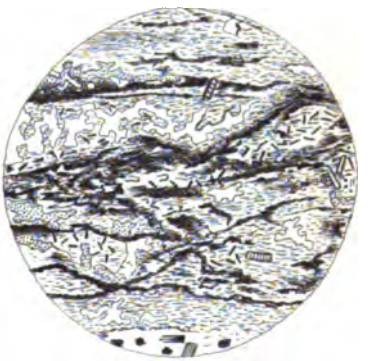


Fig. 3. (½)

Fig. 4. (½)

Fig. 5. (½)

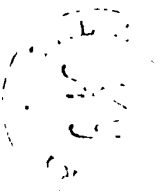
Pohlig del

Lith. Anst. v. F. Kohn Wien.

Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft V.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts Buchhändler.

Digitized by Google



Digitized by Google

XIV. Studien über bretonische Gesteine.

Von Charles Whitman Cross.

(Hiezu Tafel VII.)

Die Bretagne, eine ehemalige französische Provinz, das Armorica des Alterthums, bildet eine grosse Halbinsel, welche vom nordwestlichen Theile Frankreichs in das atlantische Meer hinein reicht. Die nördlichen und westlichen Theile sind bergig, von den Montagnes d'Arrée (ca. 380 M.) durchzogen; der südöstliche Theil ist flach und enthält die Mündung des Loireflusses.

Der geologische Aufbau dieses, sowohl an den Küsten, als im Innern höchst malerischen Landes ist ausserordentlich mannigfaltig. Ein granitischer Kern, von krystallinischen Schiefern umgeben, welche letztere grossartige Störungen in ihrer Lagerung erlitten haben, sowie spätere sedimentäre Formationen, und alle diese von Eruptiv-Gesteinen verschiedenster Art durchsetzt: das sind die Hauptzüge der geologischen Zusammensetzung der Halbinsel.

Trotz dieses Reichthums an abwechslungsvollem Material müssen die näheren Verhältnisse der bretonischen Gesteine verhältnissmässig als ausserordentlich wenig erforscht gelten. Seit den älteren, in die vierziger Jahre fallenden Arbeiten Dufrénoy's ist fast nichts auf dieses ausgedehnte Gebiet Bezügliches veröffentlicht worden. Ausser wenigen, ganz speciellen Arbeiten, wie diejenigen von Michel Lévy und Douvillé über den Kersanton, sind im Lichte der neueren Ansichten und mit Anwendung der neuen Methoden keine eingehenden Studien über bretonische Gesteine gemacht worden. In neuester Zeit hat der unermüdliche Forscher Charles Barrois einige sehr werthvolle Forschungen in dem westlichen Theile der Halbinsel veranstaltet, die jedoch hauptsächlich einen paläontologischen Zweck verfolgen.

Die erste Anregung zur vorliegenden Arbeit war eine Sammlung von Gesteinsproben, welche als Geschenk an das mineralogische Museum der hiesigen Universität von dem Cte. F. de Limur in Vannes, Dépt. Morbihan, anlangte, und welche Herr Prof. F. Zirkel

Digitized by Google

mir bereitwilligst zur Verfügung stellte. Durch einen kurzen persönlichen Aufenthalt des Verfassers in der Bretagne im Sommer 1879 wurde das Material wesentlich vermehrt und eine Anzahl von Vorkommnissen an Ort und Stelle mit Bezug auf ihr geologisches Auftreten studirt.

Dass die folgenden Schilderungen auch aus den näher untersuchten Gebieten keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen können, geht schon aus der Natur des Materials hervor. Bei einer solchen Fülle von verschiedenartigen Erscheinungen wäre, um eine erschöpfende Arbeit zu liefern, eine viel längere Zeit zum Studium im Felde nöthig, als aus verschiedenen Gründen dem Verfasser zu Gebot stand.

Die untersuchten Gesteinsproben stammen aus allen Theilen der Bretagne und stellen die verschiedensten Gesteinsarten dar, krystallinisch geschichtete sowohl als massige.

Die geschichteten krystallinischen Felsarten kommen zuerst zur Besprechung und daran reihen sich die massigen, gemäss der in neuester Zeit gebräuchlichen Gruppirung.

Mögen diese fragmentaren Studien bei der gegenwärtig mangelhaften Kenntniss der Gesteine dieses Landes nicht unwillkommen sein.

Die geschichteten krystallinischen Gesteine.

Die untersuchten geschichteten krystallinischen Gesteine stammen von verschiedenen Punkten her, doch hauptsächlich von der Südküste bei St. Brieuc im Département Côtes du Nord. Es erscheint weniger zweckmässig, bei der Besprechung derselben eine strenge Sonderung nach petrographischen Gesichtspunkten festzuhalten, vielmehr angemessen, diejenigen, welche einem und demselben Schichtencomplex angehören, zusammen zu behandeln.

Die archäischen Schichten kommen längs der Küste des Départements Morbihan an mehreren Stellen in grosser Mannigfaltigkeit zum Aufschluss. Oft stehen sie auf dem Kopf und werden bei dieser Stellung von der Küstenlinie quer gegen das Streichen durchschnitten. Eine solche Stelle ist der Küstenstrich bei Roguedas, ca. 5 Kilometer südlich von Vannes. Die Streichrichtung geht ungefähr N.-W.—S.-O. und die Schichten fallen sehr steil (ca. 80°—85°)

Digitized by Google

nach S.-W. ein. Während es vorzugsweise nur Gneisse sind, welche hier das Gebiet der krystallinischen Schiefer aufbauen, treten an einer Stelle andere bemerkenswerthe Gesteine in Wechsellagerung mit dem Gneisse auf, nämlich: ein Plagioklas-Pyroxen-, ein Plagioklas-Biotit- und ein Pyroxen-Granat-Idokras-Gestein. Bei einer Fähre, wo man, auf dem Wege von Vannes nach Roguedas, die Gesteine zuerst gut aufgeschlossen findet, kommt ein Amphibolit zum Vorschein. Die Schichten sind nur an dem gut als Profil aufgeschlossenen Strandabhang zu studiren, da sie an der Oberfläche und weiter landeinwärts mit Humus und Vegetation bedeckt sind.

Die Gneisse sind Biotit-Gneisse, meist flaserig und im Allgemeinen reich an Quarz, während sich gewisse Lagen als insbesondere an Glimmer reich erweisen. Mächtige linsenförmige grobkörnige Einlagerungen, welche hauptsächlich aus Quarz und Orthoklas bestehen, treten sehr charakteristisch hervor. Sie sind äusserst arm an accessorischen Mineralien. Kleinere Linsen und Knollen von Quarz sind weit verbreitet und verursachen sehr rauhe und ausgezackte Verwitterungsflächen. Der Gneiss erreicht in der Nähe der oben genannten Gesteine gewöhnlich eine auffallende, bisweilen fast an das Dichte grenzende Feinkörnigkeit; der reichlich vorhandene Biotit ist dann nur in höchst winzigen schwarzen Blättchen, welche kaum mit blossem Auge zu unterscheiden sind, vertreten. Bei dieser Ausbildungsweise machen sich insbesondere auch kleine röthliche Granate neben Quarz und Orthoklas makroskopisch bemerkbar.

Im Dünnschliffe tritt Plagioklas, z. Th. Mikroklin, in unbedeutender Menge hervor. Die Gemengtheile sind meist ziemlich frisch und alle auch als mikroskopische Individuen vorhanden. Der Biotit besonders erscheint in den schönsten Kryställchen im Quarze oder im Orthoklase eingeschlossen. Auch kommt der Orthoklas in vollkommen ausgebildeten Individuen von ca. 0·1 Mm. Grösse im Quarze vor, an welchem man, ∞P, $\infty P\infty$, OP und $P\infty$, sämmtlich oder zum Theil unterscheiden kann. Ein spärlich aber constant erscheinender Mikrolith hat viel Aehnlichkeit mit dem später zu erwähnenden Mineral im Plagioklas-Pyroxen-Gestein.

Der Biotit wird, wenn er in Umwandlung begriffen ist, grünlich und enthält oft Nädelchen, die denjenigen im Kersanton (von

Digitized by Google

Zirkel[1]) zuerst beschrieben) zu entsprechen scheinen. Zirkel hat ähnliche Nädelchen im nordamerikanischen Gneisse, Kalkowsky[2]) im Gneisse des Eulengebirges[3]) und des Oberpfälzer Waldgebirges[4]) beobachtet. Auch in mancherlei anderen, in dieser Arbeit behandelten, schon von der Verwitterung angegriffenen Gesteinen habe ich in etwas umgewandelten Biotiten Nädelchen gefunden, die ich als demselben Mineral angehörig halten muss. Meiner Erfahrung nach kommen diese Nädelchen immer in grünem oder gebleichtem (Biotit-) Glimmer vor, was für die secundäre Natur derselben spricht, wie schon Kalkowsky (a. a. O.) hervorgehoben hat.

Was nun das Plagioklas-Pyroxen-Gestein betrifft, so erscheint dasselbe in Wechsellagerung mit dem Gneisse in Schichten, deren Mächtigkeit von wenigen Centimeter bis zu vier Meter schwankt. Die verticale Verbreitung des Gesteins innerhalb des Complexes der krystallinischen Schiefer scheint sehr beschränkt zu sein, da es nur auf einem kleinen Gebiete zum Vorschein kommt, obschon die Gneissformation in grosser Mächtigkeit aufgeschlossen ist.

Das typische Gestein, wie es im frischen Zustande in der mächtigsten Schicht erscheint, hat einen grünlichgrauen Farbenton, ist feinkörnig und besteht wesentlich aus Plagioklas, Pyroxen und Quarz. Die Schichtung ist selbst im Handstücke deutlich zu erkennen. Orthoklas tritt in wechselnder Menge auf; Plagioklas und Pyroxen sind gewöhnlich vorhanden. Quarz pflegt in den dünneren Schichten vorzuwalten, steht aber im typischen Gestein dem Plagioklase und Pyroxen nach. Der Orthoklas nimmt ebenfalls in den dünneren an Menge zu, bis er sogar über den Plagioklas vorherrscht. Alle diese Bestandtheile erscheinen in der Regel gleichmässig körnig, selten 3 Mm. Grösse erreichend; doch kommen spärliche Linsen von Quarz und grobkörnige, sich auskeilende Partien vor, wie es beim Gneisse der Fall war.

---

[1]) F. Zirkel, „Die Zusammensetzung des Kersantons." Ber. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss., 1875, p. 202.

[2]) F. Zirkel, U. S. „geol. Expl. of the 40 Par. Vol. VI. Microscopical Petrography," p. 15.

[3]) E. Kalkowsky, „Die Gneissformation des Eulengebirges." Leipzig, 1878, pag 28.

[4]) E. Kalkowsky, „Ueber Gneiss-Granit ..... im Oberpfälzer Waldgebirge." In „Neues Jahrbuch" etc., 1880, pag. 33.

Digitized by Google

Einen constanten, fast als wesentlich zu betrachtenden Bestandtheil bildet der Titanit, welcher in kleinen röthlichen Keilen in allen anderen Gemengtheilen eingesprengt ist. Pyrit ist sehr verbreitet in winzigen Würfelchen. Idokras und Granat bilden Aggregate, welche auf die mächtigste Schicht beschränkt zu sein scheinen. Sie treten fast immer zusammen auf, und zwar oft derart, dass ein grosses Individuum von Idokras von vielen kleinen Granaten durchwachsen ist.

Das Gestein ist durch seine Lage der Verwitterung sehr ausgesetzt. Bei der Ebbe sind grosse Massen zugänglich, welche während der Fluth gänzlich unter dem Wasser liegen: hier ist natürlich die Umwandlung stärker, als bei den anderen Partien. Es sind die Feldspäthe, welche besonders der Verwitterung anheimfallen. Der Pyroxen erscheint oft ganz frisch, während die Feldspäthe als solche völlig aufgezehrt sind. Der Orthoklas setzt sich gewöhnlich in Kaliglimmer um; der Plagioklas selten in Calcit und meist in eine weisse, seidenglänzende, faserige Substanz, welche sich als Wollastonit ergibt. Da diese letztere Umwandlung aus verschiedenen Rücksichten überhaupt merkwürdig ist, so dürfte eine ausführliche Erörterung von allgemeinem Interesse sein.

Wie gesagt, tritt der Plagioklas nur in unregelmässigen Körnern auf. Die Auslöschungsschiefe lässt sich nur selten feststellen; sie wurde aber mehrere Male beiderseits der Zwillingsebene zu 29° und ausserdem zu 26° 30′ gemessen. Oft ist eine doppelte Zwillingsbildung vorhanden.

Der Calcit erscheint in Schnüren und Flecken wie gewöhnlich und tritt nur selten neben dem Wollastonit auf. Er ist meist das Product der Umwandlung in den dünneren, an Quarz und Orthoklas reicheren Schichten, während der Wollastonit in der mächtigsten Schicht zur Bildung gelangt. Dies letztere Mineral ist besonders reichlich in denjenigen Massen zu finden, welche bei der Fluth eine Zeit lang vom Wasser bedeckt sind. Hier ist häufig der Plagioklas gänzlich verschwunden und man sieht die lichtgrünlichen Pyroxenkörnchen in einer schön weisslichen faserigen Substanz sitzend.

Der Gang der Umwandlung, deren specielle Beschreibung nunmehr die Aufgabe bilden muss, wird vielleicht manchem Geologen als recht unwahrscheinlich erscheinen. Aber nach langem Studium

Digitized by Google

von vielen Dünnschliffen kann ich meinerseits zu keiner anderen Auffassung gelangen.

Wenn man im Dünnschliffe bei geringer Vergrösserung den Anfang der Zersetzung betrachtet, so sieht man eine Menge von zarten Nädelchen, welche vom Rande aus in die frische Plagioklas-Substanz in allen Richtungen hinein dringen. Wendet man nun eine höhere Vergrösserung an, so lösen sich viele von diesen scheinbaren Nädelchen in Reihen von Flüssigkeits-Einschlüssen auf. Sie führen Libellen, sind zuweilen negativ krystallinisch umgrenzt und immer genau in gerader Linie hinter einander gereiht. Sie haben gewöhnlich eine Längserstreckung in der Anordnungsrichtung und man nimmt zwischen den einzelnen Einschlüssen zierliche und zarte parallele Linien wahr, welche die Fortsetzung der länglichen Randlinien derselben bilden und die Einschlüsse selbst gewissermassen verbindend, wie die Umrisse von Capillarröhrchen erscheinen, in welchen man die Einschlüsse als eingeschlossen denken kann. Bei einem ohne Zweifel weiter fortgeschrittenen Stadium der Umwandlung des Plagioklases findet man diese Flüssigkeitseinschlussreihen als solche nicht wieder, dagegen nimmt ein langes spiessiges Nädelchen von fester Substanz genau die Stelle einer solchen Flüssigkeitsreihe ein, und die Bildung scheint auf diese Weise fortzusetzen, bis endlich die zahlreich entstandenen, ihrerseits verworren gelagerten Nädelchen jene oben erwähnte faserige Masse erzeugen. Die Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen sind mit anderen Worten von secundärem Ursprung und Vorläufer der Wollastonitbildung. In welchem Stadium der Umwandlung man auch ein derselben anheimgefallenes Plagioklasindividuum betrachten mag, — sofern überhaupt ursprüngliche Substanz noch vorhanden ist, — sieht man alsdann in vielen Fällen von dem faserigen Aggregate aus diese Reihen von kleinsten Flüssigkeitseinschlüssen in den Plagioklas eindringen, worauf alsdann immer unmittelbar dahinter die Entwickelung der Nädelchen folgt.

Wenn diese Reihen ursprünglich wären, so könnte man sicherlich erwarten, sie auch allein, ohne irgend einen Zusammenhang mit den Nädelchen im frischen Plagioklas zu finden; es ist mir indessen nie gelungen, die Reihen selbstständig wahrzunehmen. Flüssigkeitseinschlüsse sind wohl häufig darin vorhanden, aber ganz und gar unregelmässig geordnet oder auf besonderen Flächen des

Digitized by Google

Plagioklases abgelagert; jene Reihen können jedoch nimmermehr etwa als Durchschnitte dieser Einschluss-Schichten erachtet werden.

Einen weiteren Beweis für die secundäre Natur dieser Gebilde bietet Folgendes dar. Wenn der Plagioklas schon stärker umgewandelt ist, beginnt genau dieselbe Bildung im benachbarten Pyroxen, und auf genau dieselbe Weise. Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen dringen von der umgebenden faserigen Substanz in den Pyroxen ein.

Dass die Bildung von Flüssigkeitsreihen immer der Entstehung von Nädelchen vorausgeht, kann nicht mit Gewissheit behauptet werden, wohl aber, dass, wo erstere anwesend sind, ein Zusammenhang mit der Nadelbildung unzweifelhaft ist.

Fast jedes Nädelchen trägt eine Zeit nach seiner Bildung eine Menge von allerkleinsten niedlichen, globulitähnlichen Gebilden auf seiner Oberfläche, welche bei geringer Vergrösserung wie Staub aussehen und bei 950-maliger Vergrösserung ihre Natur immer noch nicht weiter erkennen lassen. Die Nadeln vermehren sich, ordnen sich mehr oder weniger parallel in Bündeln und Büscheln, und erst nachdem die Plagioklassubstanz ganz aufgezehrt ist, verschwinden die staubähnlichen Körperchen, welche vorhin ein fast schmutziges Aussehen verursacht haben. Zur Vermittlung einer Vorstellung der thatsächlichen Erscheinungen möge man sich denken, dass das Nädelchen in die vorher gedachte Kapillarröhre plötzlich eingeschoben und dabei die Flüssigkeit in unzählige kleinste Theilchen zerstäubt worden wäre.

Dass diese faserige Substanz Wollastonit sei, hat der Cte. de Limur längst schon vermuthet und an Herrn Prof. Zirkel mitgetheilt.

Die einzelnen Nadeln polarisiren das Licht lebhaft und zeigen gerade Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols, was mit der von Naumann, Dana u. A. angegebenen Erstreckung in der Richtung der Orthodiagonale übereinstimmt. Das Mineral lässt sich leicht in Salzsäure lösen unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure. In der Lösung sind Spuren von Thonerde, Eisen und Alkalien neben viel Kalk nachzuweisen. Es enthält kein Wasser, wodurch die Vermuthung, dass die Substanz etwa Pektolith sei, ausgeschlossen wird.

Dieser abnorme Fall, wo ein reines oder fast reines Kalksilikat aus einem Plagioklas unter Wegführung von Thonerde ent-

Digitized by Google

steht, ist gewiss von Interesse. Wenn sich aber die Frage nach den specielleren Verhältnissen erhebt, welche eine so ausserordentliche Umbildung gestalten, so fehlt augenblicklich wohl jeder Anhalt zur Beantwortung derselben. Möge auch die eben vertretene Ansicht von dem secundären Ursprunge der Flüssigkeitsreihen nicht ganz unbeachtet bleiben. Wie sind die angeführten Thatsachen anders zu erklären?

Es mag hier erwähnt werden, dass in demselben Gestein auch merkwürdige Züge von Flüssigkeitseinschlüssen zu gewahren sind. Solche Züge, welche durch mehrere verschieden orientirte Quarz-Individuen laufen, sind nicht selten schon beschrieben worden. Ein Zug aber in einem Präparat dieses Gesteines, welches sich in meinem Besitze befindet, geht durch 14 Quarze, 5 Plagioklase, 5 Titanite und 4 Pyroxene nacheinander, also durch 28 verschiedene Individuen ungestört hindurch. In einem Titanit oder Pyroxen ist der Zug zwar nur durch eine Spalte dargestellt, in deren Fortsetzung im Quarze oder Plagioklase erscheinen aber alsdann unmittelbar wieder die Flüssigkeitseinschlüsse.

Die allgemeine Richtung der Züge in diesem Gesteine ist senkrecht auf der Schichtung.

Der Pyroxen dieses Gesteins zeigt gleichfalls manche Eigenthümlichkeiten. In seiner typischen Ausbildung kommt er in kleinen, 1—3 Mm. grossen unregelmässigen Körnern vor, von lichtgrün bis graugrüner Farbe. In den gröber körnigen Partien ist er grau, und selten erscheint er als Einsprengling von dunkelgrüner Farbe. Unter dem Mikroskope zeigt sich eine feine diallagähnliche Spaltbarkeit nach dem Orthopinakoid; daneben ist aber auch die prismatische Spaltbarkeit sehr gut wahrzunehmen. Bei Querschnitten tritt diese pinakoidale Spaltung oft erst bei Abblendung des Lichtes oder im polarisirten Lichte hervor. Es scheint in der That hier mehr eine sogenannte Ablösung, als eine echte Spaltung vorzuliegen; zumal da die Erscheinung auch bei der Verwitterung deutlicher hervortritt.

Von den Querschnitten, welche annähernd senkrecht auf die Verticalaxe getroffen sind, zeigen nur ungefähr die Hälfte die normale Lage der Elasticitätsaxen, d. h. bei der einen Hälfte fallen die Elasticitätsaxen nicht in die krystallographischen Hauptschnitte. Die Abweichung ist aber nicht eine constante. Bald beträgt sie

Digitized by Google

nur wenige Grad, bald fällt eine Elasticitätsaxe in die Prismenfläche. Eine solche Lage der Elasticitätsaxen, wenn normal, kommt nur einem triklinen Mineral zu, die Abweichungen aber sind so unregelmässig, dass eine solche Deutung noch weiterer Beweise bedarf.

Bei vielen Schnitten aus der prismatischen Zone erscheinen, wenn man dieselben im polarisirten Lichte betrachtet, eine Menge von farbigen Lamellen, welche man beim ersten Blicke für Zwillingslamellen hält. Zwischen gekreuzten Nicols beim Maximum der Dunkelheit bleibt das schwarze Kreuz der Calcitplatte ungestört, und es kommt nur ein schwacher Lichtschimmer von gewissen Lamellen zum Vorschein. Bei günstig getroffenen Schnitten ist es auch deutlich zu sehen, dass es sich hier nur um eine Lichtreflexion und daraus erfolgende Interferenz-Erscheinungen von schiefliegenden Spaltflächen handelt. Meist scheint die betreffende Fläche die schon erwähnte orthopinakoide Spaltfläche zu sein. Die Farben sind lebhaft und die Erscheinung selbst tritt häufig hervor. In einem Individuum wurden über 200 solche Lamellen beobachtet. Die Gegenwart einer fremden Substanz auf dieser Fläche lässt sich nicht constatiren. Ein Schliff, welcher die Lamellen sehr gut zeigte, wurde eine Zeit lang in Salzsäure gekocht, ohne die Erscheinung zu ändern, so dass also hier nicht etwa an die Gegenwart eingelagerter Calcitsubstanz gedacht werden kann. Uebrigens habe ich dasselbe Phänomen, wenn auch minder deutlich, im Diallag des Gabbros von Rosswein in Sachsen beobachtet.

Der Pyroxen erleidet auch eine Umwandlung zu Hornblende. Von Spalten und Rändern aus dringen die zierlichsten Büschel von dunkelgrüner Hornblende in den Pyroxen ein.

Der Titanit im Plagioklas-Pyroxen-Gestein von Roguedas ist ein nie fehlender Gemengtheil. Seine keilförmigen Krystalle liegen mit der Längsrichtung in der Schichtungsebene. Sie sind meist unter 1 Mm. lang, von röthlich brauner Farbe, oft verzwillingt und seltener zeigen sie ähnliche Interferenzerscheinungen wie der Pyroxen. Zuweilen werden sie vom Apatit durchbohrt.

Der Idokras zeigt im polarisirten Lichte sehr lebhafte Farben und die erforderlichen optischen Eigenschaften eines einaxigen Minerals. Aus der Gegenwart des Idokrases in makroskopischen Krystallen ergibt sich die Möglichkeit, dass gewisse anscheinend tetragonale Mikrolithe demselben Mineral angehören können. Diese

Digitized by Google

farblosen Mikrolithe sind kurzsäulenförmig mit gerundeten Enden, welche Form durch eine Menge von Pyramiden verursacht wird. Sie besitzen achtseitige Querschnitte, brechen das Licht stark und geben gerade Auslöschung. Sie kommen vereinzelt, aber constant in verschiedenen Gemengtheilen eingewachsen vor. Ganz übereinstimmende Gebilde wurden auch im Gneisse beobachtet.

In dem Stadtmuseum zu Vannes befindet sich eine schöne Sammlung von Steinbeilen und anderen Geräthschaften, von den alten Bewohnern Armoricas herstammend, welche fast sämmtlich aus diesem Gestein von Roguedas verfertigt worden sind. Sie führen im Museum den Namen „Jadeite". Das Gestein wird auch von einem „Bijoutier" in Vannes zu Schmucksachen geschliffen und unter dem Namen „Jade de Breton" verkauft.

Das Plagioklas-Biotit-Gestein

kommt oft sehr eng mit dem vorhergehenden verbunden vor. Seine Schichten sind aber weder so zahlreich, noch so mächtig wie diejenigen des Pyroxen-Gesteins. Es zeichnet sich äusserlich von dem Gneisse aus durch die schöne braune Farbe des Biotits, sowie durch die Frische des Feldspathes, welcher hier niemals der eben erwähnten Umwandlung in Wollastonit unterliegt. Im Dünnschliffe erweisen sich die Feldspäthe fast sämmtlich als triklin. Eine Auslöschungsschiefe von 23° wurde wiederholt gefunden. Der Biotit ist meist frisch und nur selten gebleicht, wobei dann, wie es im Gneisse der Fall, sich die Nädelchen zeigen. Die makroskopischen Biotite sind klein und unregelmässig, aber der Plagioklas beherbergt gut ausgebildete Kryställchen dieses Gemengtheils.

Quarz tritt auch als constanter Bestandtheil auf. Ein Erz, im Allgemeinen wie Pyrit glänzend, doch einen davon etwas verschiedenen Glanz aufweisend, ist reichlich vorhanden. Dieselben Idokras- (?) Mikrolithe sind auch hier anwesend.

Pyroxen-Granat-Idokras-Gestein.

Dieses Gestein kommt in zwei ca. 8 Cm. dicken Schichten vor, einmal zwischen zwei Gneisslagen, das andere Mal mit einer gleich dicken Schicht des Plagioklas-Pyroxen-Gesteins vergesellschaftet.

Digitized by Google

Pyroxen spielt hier bei weitem die Hauptrolle. Er ist körnig und in seinen Eigenschaften dem Pyroxen im Plagioklas-Gesteine gleichzustellen. Die Ablösung nach $\infty P \infty$ ist vollkommener und gleichfalls die Umwandlung zu Hornblende weiter fortgeschritten. Granat und Idokras sind untergeordnet von ähnlicher Farbe, eine lichtgelbe, und erst unter dem Mikroskop zu unterscheiden. Quarz erscheint spärlich und, so weit meine Beobachtungen reichen, tritt irgend ein Feldspath überhaupt nie hervor.

Die Glimmerschiefer-Formation

bei St. Brieuc, Departement Côtes du Nord.

Die Schichten dieser Formation stehen auf dem Kopf mit vorherrschender N.-S.-Streichrichtung.

Durch das Einschneiden des Gouëtflusses gelangen die verschiedenen Gesteine zum Aufschluss. Ein Biotitschiefer ist das vorwaltende Gestein, geht aber einerseits in einen dichten Gneiss, welcher oft gleichmässig grau gefärbt erscheint, anderseits in einen Quarzit über.

Bei Groguet im Gouëtthal, unweit St. Brieuc, kommt der fast dichte Gneiss gut zum Vorschein. Eine senkrecht auf die Schichtung stehende Felswand liefert ein eigenthümliches Bild durch die Zahl der kleinen Ausscheidungen von Quarz und Feldspath, welche im Querschnitte rundlich, eiförmig oder elliptisch sind und in einer Masse liegen, welche hier zwischen dichtem und feinkörnigem Gneisse die Mitte hält. Der Muscovit betheiligt sich an diesen Ausscheidungen, obgleich im umgebenden Gneisse sehr spärlich vorhanden.

Der Biotitschiefer kommt sehr typisch bei der „Moulin neuf“ im Gouëtthal und bei „Le Legué“, dem Hafen von St. Brieuc, vor. Es ist ein auffallend schönes Gestein mit ausgezeichneter Schieferung. Der stark vorwaltende Biotit bildet winzige Blättchen von hübsch brauner Farbe. Kleine Aggregate von diesen Blättchen geben oft dem Schiefer ein geflecktes Aussehen. Zuweilen ist der Schiefer zierlich wellig gefaltet. Die anderen Gemengtheile sind erst unter dem Mikroskope zu unterscheiden.

Quarz ist reichlich vorhanden und ausserdem spärlich dazwischen Feldspäthe, Granat und Erzkörnchen. Der rosarothe Granat (∞O)

Digitized by Google

im Durchmesser von ca. 0·8 Mm. bildet oft unter den Gemengtheilen die grössten Individuen. Er enthält gewöhnlich eine Menge von unregelmässigen farblosen Körnchen (Quarz?). Turmalin in winzigen Säulchen von z. B. 0·08 Mm. Länge und 0·03 Mm. Breite mit flachen Rhomboedern ist spärlich, aber allgemein verbreitet. Bei paralleler Stellung seiner Hauptaxe mit dem Hauptschnitt des unteren Nicols ist er von lichtgelber Farbe, bei der Drehung um 90° farblos. Er gibt gerade Auslöschung. Diese Turmaline sind denjenigen in den Thonschiefern durchaus ähnlich. Der Biotit zeigt selten eine Bleichung mit Ausscheidung von den schon erwähnten Nädelchen.

In gewissen Schichten bei „Le Legué" erscheint der Staurolith in undeutlichen Knoten von ca. 1·5 Cm. Grösse. Er lässt sich nicht gut vom Schiefer trennen. Unter dem Mikroskope sieht man nur noch die Reste der gelblichen Staurolithsubstanz. Die Umwandlung ist auf bekannte Weise von den sich in allen Richtungen durchkreuzenden Spalten vor sich gegangen. Das Umwandlungsproduct ist theils deutlich von chloritischer Natur, theils eine äusserst feinschuppige weisse Substanz wie Speckstein.

Der Staurolith enthält nicht so viel Quarz eingeschlossen, wie es sonst bei den bekannten bretonischen der Fall zu sein pflegt. Hübsche Granate, gleich denjenigen im Schiefer, sind häufig, auch Erzkörnchen und seltener Turmaline als Einschlüsse im Staurolith wahrzunehmen.

Auf der neuen Strasse von St. Brieuc nach dem Hafen befindet sich ein sehr compacter Quarzit. Die ganze Formation dieser Gegend ist vielfach von Gängen von Felsitfels, Glimmer- und Hornblende-Diorite und von Diabas durchsetzt, welche Gesteine später zur Besprechung kommen.

Die übrigen Glieder der archäischen Formation der krystallinischen Schiefer, welche von anderen Orten als den bisher geschilderten herstammen, werden im Folgenden nur ganz schematisch behandelt, da sie mit Rücksicht auf ihre gegenseitigen Lagerungsverhältnisse nicht untersucht werden konnten.

Gneiss.

Gneisse, welche mit dem schon beschriebenen Gestein von Roguedas (vergl. S. 371) im Ganzen übereinstimmen, scheinen in der Bretagne weit verbreitet zu sein.

Digitized by Google

Aus der Umgegend von Pontivy, Dépt. Morbihan, stammt ein Gneiss her, dessen Gemengtheile in einem Filze von zarten Fibrolith-(Faserkiesel)-Fäserchen liegen. Die Fibrolith-Individuen sind hier so fein ausgebildet und so innig miteinander verwoben, dass es nicht — wie bei denjenigen, welche Kalkowsky[1]) aus dem Gneisse des Eulengebirges untersucht hat — gelingt, ihre krystallographische Entwickelung und optischen Eigenschaften zu prüfen. Makroskopisch hat dieser Gneiss einen grauen Farbenton. Man bedarf der Loupe, um selbst den Biotit und das reichlich vorhandene Erz zu erkennen.

In Folge der Verwebung der Fäserchen kommt eine ausserordentliche Zähigkeit dem Gestein zu. Hübsche Granate von 0·5 Cm. Durchmesser sind zahlreich. Im Dünnschliffe zeigt sich, dass diese Granate eine Unzahl von zierlichsten Fäserchen enthalten, welche radial strahlig vom Centrum aus bis zu dem Rande hin sich erstrecken. Sie sind so dünn, dass man eine starke Vergrösserung anwenden muss, um sich zu überzeugen, dass sie körperlicher Natur sind. Sie sind sehr schwach doppelt brechend, und gehören vermuthlich dem Fibrolith an.

Chiastolithschiefer.

Mikroskopische Studien über die Natur des Chiastoliths sind von Zirkel[2]), Fischer[3]) und Rosenbusch[4]) in erster Linie gemacht worden. Es ist aus ihren Untersuchungen unzweifelhaft geworden, dass die faserige Substanz, welche oft den ganzen Krystall aufbaut, nur ein Umwandlungsproduct ist und dass die eigentliche Chiastolithsubstanz durchaus dem Andalusit gleichzustellen ist. Ueber die Natur und Bildung des für den Chiastolith charakterisirten dunklen Kern haben sie jedoch nur Weniges von Wichtigkeit ermitteln können. Nach allen drei Forschern ist die dunkle Zeich-

[1]) E. Kalkowsky. Siehe schon citirte Arbeit. Seite 5 u. f.

[2]) F. Zirkel „Beiträge zur geol. Kenntniss der Pyrenäen." In Z. d. d. geol. Gesellsch. XIX, 184—186, 1867, und in Mikr. Beschaffenh. der Min. und Gest. P. 199.

[3]) H. Fischer. „Kritische mikr.-min. Studien. Freiburg i. B., 1869, p. 60 und erste Fortsetzung dersb. 1871, p. 53.

[4]) H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie. Band I, Mineralien. Stuttgart, 1873, 246.

Digitized by Google

nung nur durch kohlige Substanz bedingt. Mir standen Chiastolith von vier Punkten der Bretagne zur Verfügung in verschiedenen Zuständen der Erhaltung und aus verschiedenartigen Schiefern, sowie von ungleicher Vollkommenheit der Ausbildung.

1. Vom „Etang des Salles de Rohan", Morbihan.

Der Chiastolith von dieser bekannten Localität war am besten ausgebildet und auch am frischesten. Durocher[1]) hat die Beibehaltung der Schieferung des Gesteins im Kerne des Chiastoliths von dieser Localität beobachtet und dieselbe als Beweis für die Entstehung des Chiastoliths nach der schon vorhandenen Schieferung angeführt. Die Erscheinung ist auch in meinen Schliffen deutlich wahrzunehmen. Die Schiefermasse ist schwarz und dicht, nur schwer im Dünnschliffe auflösbar. Die eigentliche Grundsubstanz ist eine farblose kryptokrystallinische Materie, in welcher kohlige Schuppen und Flitterchen, ein blassgrünes glimmerähnliches Mineral und umgewandelte Erzkörnchen neben anderen unbestimmbaren Gemengtheilen liegen. Turmaline sind auch spärlich hindurchgestreut. Die Grenze des Chiastoliths gegen die Schiefermasse hin ist ziemlich scharf. Schon die Beobachtung mit der Loupe zeigt frische, etwas röthliche Substanz; und u. d. M. ist die Umwandlung zur faserigen Substanz von Querspalten und Rissen aus sehr schön zu verfolgen. Unregelmässig kommen Kohletheilchen, Erzkörner und Turmalinsäulchen in dem Chiastolith ausserhalb des Kernes vor.

Um eine klare Vorstellung von den beobachteten Verhältnissen im Kerne des Chiastoliths von dieser Localität zu verschaffen, dürfte zuerst die Beschreibung eines besonderen, in meinem Besitze befindlichen Dünnschliffes geeignet sein. Der Schliff liegt quer gegen die Schieferung und enthält zwei Chiastolithschnitte, davon der eine ein Quer-, der andere ein Längsschnitt ist. Der in Längsrichtung durch den Kern getroffene Chiastolithkrystall macht einen Winkel von ca. 20° mit der Schieferung. Die Grenzlinien des Kernes im Schliffe laufen einander beinahe parallel.

Die Beobachtung Durocher's, dass die Schieferstructur des Gesteines auch im Kerne des Chiastoliths zu erkennen ist, lässt sich in diesem Schliffe sehr gut constatiren, sowohl im Quer- als

[1]) Durocher. Bull. soc. géol. (2) III. 555. 1846.

Digitized by Google

auch im Längsschnitte. Was nun die Zusammensetzung des Kernes betrifft, so bildet Chiastolith selbst die eigentliche Grundsubstanz, in welcher die fremden Theilchen liegen. Eine kohlige Materie bedingt die Dunkelheit des Kernes und ist von allen Interpositionen am reichlichsten vertreten, es gesellt sich jedoch immer zu der Kohle eine farblose doppelt brechende Substanz in winzigen Partien mit gerundeten Contouren. Bei genügender Dünne des Schliffes zeigt sich diese Substanz auf das Innigste in bedeutender Quantität mit der Kohle gemengt. An den Rändern des Kernes in dem Längsschnitte, wo die Schichtung den oben erwähnten Winkel von 20° mit der Grenzlinie macht, zeigt sich eine sonderbare Erscheinung, indem, während die kohlige Substanz nur in ganz vereinzelten Körnchen ausserhalb des Kernes zu finden ist, die farblosen Theilchen ihren Lauf in dem reinen Chiastolith fortsetzen, wobei sie indessen gleich auf der Grenze der dunkeln Zeichnung um 90° von der früher innerhalb des Kernes verfolgten Richtung umbiegen. Diese im Chiastolith befindlichen Partikelchen der farblosen Substanz haben gewöhnlich eine Längserstreckung oder bilden sogar Nädelchen. Die Biegung der Schichtung findet auf entgegengesetzten Seiten des Kerns von entgegengesetzten Richtungen her statt. (S. Fig. 4, Taf. VII.) Die nähere Natur dieser Substanz kann noch nicht ermittelt werden. Sie ist jedenfalls ein fester Körper und nicht etwa flüssig, wie andere Schliffe bezeugen, welche annähernd parallel der Schieferung gelegen, jene Nädelchen im Chiastolith im Querschnitte enthalten. Bei Zersetzung des Chiastoliths verschwinden diese Gebilde gänzlich. Salzsäuern scheint die Substanz anzugreifen, ohne sie vollkommen in Lösung zu bringen.

Erzkörner und Turmaline sind spärlich im Kerne vorhanden. Der Kern ist nicht immer gleichmässig von den Interpositionen erfüllt. Es kommen klare, von allen fremden Theilchen freie Partien der Chiastolithsubstanz im Innern oder auch am Rande des Kerns zum Vorschein. Die Chiastolithsubstanz innerhalb der Grenzen des Kerns zeigt einen sehr starken Dichroismus, welcher sehr auffallend hervortritt, wo am Rande der dunkeln Zeichnung reine Partien des Chiastoliths vorhanden sind. Hier besitzt die Chiastolithsubstanz des Kerns bei senkrechter Stellung der c-Axe des Krystalls mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols eine tief rosarothe Farbe, während die unmittelbar angrenzende Chiasto-

Digitized by Google

lithsubstanz ausserhalb des Kernes alsdann viel lichter gefärbt erscheint.

Dieselben Erscheinungen sind auch in sämmtlichen übrigen Schliffen von dieser Localität wahrnehmbar. Die farblose Substanz zeigt in allen dazu geeigneten Fällen die Ablenkung von der Schichtungsrichtung, sobald die Grenzen des Kernes erreicht sind.

2. Chiastolith aus der Umgegend von Molac, Morbihan.

Der den Chiastolith enthaltende Schiefer ist ein Thonglimmerschiefer, flaserig, dunkel oder fast schwarz, stellenweise mit Eisenoxydhydrat gefärbt, und schliesst den Chiastolith in rundlichen Säulchen, welche nicht gut von der Schiefermasse abgegrenzt sind, ein. Dieser Schiefer ist im Dünnschliffe viel besser auflösbar als der vorher angeführte. Er enthält reichlich einen lichtgrünen Glimmer, dessen Blättchen zu Schnüren und Fetzen verbunden sind. Eine kohlige Substanz tritt neben dem Glimmer als reichlicher Gemengtheil auf. Turmalinsäulchen, welche gewöhnlich viel Kohle enthalten, und umgewandeltes Erz haben eine allgemeine Verbreitung.

Der Chiastolith selbst zeigt u. d. M. keine ganz geradlinige Umrandung und auch keine völlig scharfe Grenze gegen die Schiefermasse hin. Dieselbe dringt vielfach in unregelmässigen Einbuchtungen in den Chiastolith hinein. Auch die dunkle Zeichnung im Innern ist nicht so gut abgegrenzt wie im vorigen Falle. Bald sind nur die Umrisse eines centralen Kerns angedeutet, bald keilt sich der schwarze Kern aus und die Fortsetzung wird lediglich durch eine dunkle Linie in der Axe des Krystalls sichtbar gemacht.

Frischer Chiastolith ist noch reichlich vorhanden, obschon die Umwandlung zu faserigen Aggregaten von vielen Querspalten aus begonnen hat.

Die fremden Substanzen, welche die innere Zeichnung bedingen, sind dieselben wie im eben beschriebenen Falle, nämlich: Kohle, die farblosen Theilchen, Erzkörner und Turmaline. Auch hier wiederholen sich die oben für die farblose Substanz hervorgehobenen Erscheinungen, obgleich keineswegs so bestimmt. Zwischen den fremden Einlagerungen erscheint reiner, deutlich dichroitischer Chiastolith.

Digitized by Google

Ein sehr dünnschieferiger Thonschiefer von Rochefort-en-terre, Morbihan, enthält undeutliche Knoten, welche sich im Dünnschliffe als Pseudomorphosen nach Chiastolith erweisen.

Die Schiefermasse selbst hat die typische Structur und die gewöhnlichen Gemengtheile eines Thonschiefers. Staurolith in knieförmigen Zwillingen und in Aggregaten ist neben Turmalin sehr constant vorhanden. Von dem Chiastolith selbst sind keine Spuren mehr zu finden. Eine specksteinähnliche Substanz ist, wie es scheint, das Product der Umwandlung, welche indessen den Gegensatz von Kern und Rand noch nicht verwischt hat. Die Staurolithe und Turmaline liegen gleichmässig im Kerne und in der äusseren, von Kohlentheilchen freien Zone der Knoten vertheilt.

Ein viertes Vorkommniss aus der Bretagne (genaue Fundorte unbekannt) zeigt einen gleichfalls total zu einer specksteinähnlichen Materie umgewandelten Chiastolith, welcher nur durch die darin enthaltenen Turmaline weitere Erwähnung verdient. Sie sind ausserordentlich zart und fein ausgebildet und erinnern an die langen hellen Apatitnädelchen, welche im Granit oder Diorit eine wohlbekannte Erscheinung bilden. Die in Rede stehenden Turmaline besitzen einen deutlichen, wenn auch schwachen Dichroismus und rhomboëdrische Endflächen. Sie sind oft zergliedert ebenfalls wie die Apatite oder die von Kalkowsky[1]) beschriebenen grösseren Fibrolithnädelchen im Gneiss des Eulengebirges.

Amphibolgesteine.

Gesteine, in welchen Amphibol den Hauptgemengtheil ausmacht, kommen in der Bretagne in allen Ausbildungen, von der körnigen Structurvarietät bis zum dünnschieferigen Aktinolithschiefer, weit verbreitet vor. Zuweilen ist der Amphibol eine gemeine Hornblende, zuweilen ein Aktinolith. Bald sind andere Mineralien, namentlich Feldspath, in bedeutender Menge vorhanden, bald bildet die Hornblende allein die grosse Masse des Gesteins.

Amphibolit.

Das auf Seite 371 erwähnte Vorkommniss bei einer Fähre auf dem Wege von Vannes nach Roguedas ist ein ebenschieferiger

[1]) E. Kalkowsky. In auf S. 372 c. Schrift S. 7.

Digitized by Google

Amphibolit mit viel Feldspath, wovon wenigstens die Hälfte dem Plagioklase angehört. Neben nicht sehr reichlichem Quarz kommt Salit und wahrscheinlich Titanit in unregelmässigen Körnern vor. Ob gewisse rundliche oder eiförmige farblose Körperchen dem Titanomorphit v. Lasaulx's [1]), von welchem später ausführlicher die Rede sein wird, zuzurechnen sind, muss als unsicher gelten. Sie scheinen zuweilen Erzkörner einzuschliessen.

Ein dünnschieferiger Amphibolit aus der Umgegend von Guerguélegan, Département Finisterre, besteht aus Hornblende in kurzen Säulchen (1 Mm.), Feldspath z. gr. Th., Plagioklas und Salit. Der Salit bildet ganz unregelmässige Individuen und erinnert an den Pyroxen von Roguedas (S. 376), obschon die diallagähnliche Spaltung fehlt. Er spielt eine bedeutende, wenn auch immerhin nur accessorische Rolle. Dieselben farblosen rundlichen oder eiförmigen Gebilde sind auch hier vorhanden, welche im vorigen Gesteine erwähnt wurden.

Einem makroskopisch ähnlichen Gestein von Couleau bei Vannes, Morbihan, fehlt jedoch der Salit gänzlich bei übrigens gleicher Ausbildung der anderen Bestandtheile.

Flaseriger Hornblendeschiefer von Billiers, Departement Morbihan, enthält in Menge ein Titaneisenerz, welches im Gang der Umwandlung zu Titanomorphit ist. Die Erzkörnchen sind klein und gewöhnlich gruppenweise versammelt.

Von der „Tranché de Plouaret," Finisterre, stammt ein ganz gewöhnlicher Hornblendeschiefer.

Aktinolithschiefer.

Aus der Sammlung des Cte. de Limur stammt ein dünnschieferiger Aktinolithschiefer, welcher ohne nähere Angabe des Fundortes aus dem Département Loire inférieure herrührt, wo diese Felsart eine weite Verbreitung besitzen soll. Sie besteht aus einem dunkelgrünen Aktinolith und einem bräunlichen, dem Zoisit ähnlichen Mineral in kurzen Säulchen mit einer weissen Zwischenmasse. Die beiden Hauptmineralien walten in abwechselnden Schichten vor. Unter dem Mikroskope zeigt sich der Aktinolith als frisch und von starkem Pleochroismus. Bei geringer Vergrösse-

[1]) A. von Lasaulx. In Zeitschrift für Krystallographie etc. IV., 2, 1879.

Digitized by Google

rung nimmt man bei ihm eine höchst zierliche Streifung wahr, welche bei Schnitten anscheinend aus der prismatischen Zone einen Winkel von ca. 70° bis 90° mit der Prismenkante-Spaltungsrichtung macht. Bei starker Vergrösserung erscheint diese Streifung als eine haarscharfe vollkommene Theilung oder Ablösung. Ursprüngliche Interpositionen sind nicht zu beobachten. In der Nähe von Rissen und Spaltflächen haben sich winzige rundliche dunkle Körperchen auf der betreffenden Fläche abgesetzt. Bei näherer Beobachtung ergab sich bald, dass die Auslöschungsschiefe des Aktinoliths in einem beliebigen Schnitte sich immer umgekehrt verhielt wie die Neigung der Streifung zur Spaltungsrichtung. Die Rede ist natürlich von Individuen, welche anscheinend mit der C-Axe in der Schliffebene liegen.

Wo die Streifung senkrecht auf der Spaltungslinie steht, löscht der Aktinolith gerade aus. Je mehr der Winkel von Streifung und Spaltung sich dem Minimalwerthe nähert, desto grösser wird die Auslöschungsschiefe. Folgende Messungen werden das Verhältniss erläutern.

Neigung der Streifung zur Spaltung. (C-Axe)	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
	90°	85° 30′	80°	74°	72° 30′	71°

Auslöschungsschiefe in demselben Schnitte	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
	0°	1°	2° 30′	10°	15° 30′	16° 40′

Die Streifung stellt also eine Theilung nach einem Orthodoma, $m\,P\infty$, dar, und zwar nach einem positiven Orthodoma, da die Streifung den Winkel β abstumpft, welcher seinerseits durch Lage der Elasticitätsaxen festgestellt werden kann.

Die Ermittlung des Coëfficienten m konnte nun vermittelst eines sehr günstig geschnittenen Zwillings nach $\infty P\infty$ vorgenommen werden, indem derselbe anscheinend fast genau parallel $\infty P\infty$ getroffen wurde. Jede Hälfte des Zwillings wird dunkel zwischen gekreuzten Nicols bei einer Drehung der Verticalaxe um 16° 40′ von der Schwingungsrichtung des einen Nicols, beiderseits von der Zwillingsebene gemessen. Die Streifung macht den Winkel von 71° mit der Zwillingsnaht. Wenn man den Werth 71° als die Neigung eines positiven Orthodomas $m\,P\infty$ zur C-Axe annimmt, so kann man den Werth von m berechnen. Mit den in Naumann's Elementen der Mineralogie angegebenen Axenverhältnissen und dem Werthe von β für Hornblende ergibt sich $m = 1{\cdot}066$.

Digitized by Google

Diese Zahl darf = 1 betrachtet werden und das Doma erhält demzufolge den Werth $P\infty$. Nach dieser Auffassung liegt also eine sehr vollkommene Ablösung nach der selten ausgebildeten Fläche $P\infty$ bei diesem Aktinolith vor.

Dieselbe Erscheinung ist im Aktinolith des folgenden Gesteins und in der Hornblende eines Diorits (vgl. S. 400) zu erwähnen. Ausserdem habe ich die Streifung im Aktinolith eines grünen Schiefers vom Gorner Grat bei Zermatt in der Schweiz beobachtet. Im letzteren Falle minder deutlich als in den bretonischen Schiefern.

Das bräunliche Mineral in diesem Aktinolithschiefer ist im Dünnschliffe farblos. Die Säulchen sind von 1—2 Mm. Länge nie terminal ausgebildet, zeigen lebhafte Polarisationsfarben, geben gerade Auslöschung, sind durch zahlreiche Quersprünge zergliedert, kurz, sie verhalten sich genau wie der rhombische Zoisit [1]) im Eklogit.

Im Querschnitte aber zeigt sich ein Prismenwinkel von 125° 12′ (als Mittel von 10 Messungen) und vollkommene Spaltung nach der Prismenfläche. Der schärfere Prismenwinkel von 54° 48′ ist oft gerade abgestumpft. Demnach wäre hier neben dem Aktinolith eine rhombische Hornblende mit Prisma (ca. 125°) und Brachypinakoid vorhanden. Es scheint auch Nichts gegen diese Bestimmung zu sprechen.

Die chemische Zusammensetzung lässt sich nicht genau ermitteln, da es unmöglich ist, das Mineral von den übrigen vollständig zu isoliren. Ein Pulver, in welchem das betreffende Mineral den Hauptbestandtheil ausmachte, wurde erst geglüht und dann mit Salzsäure behandelt. Es wurde theilweise angegriffen und in der Lösung befanden sich beträchtliche Mengen von Eisen und Thonerde neben viel Magnesia.

Das Mineral scheint demzufolge zu dem Anthophyllit zu gehören. Auf Verwitterungsflächen sieht das Mineral licht mattgrün aus, in Folge seiner Umwandlung zu einer schmutziggrünen schuppigen Substanz.

Die oben erwähnte quantitativ unbedeutende Zwischenmasse ist wahrscheinlich Feldspath gewesen, jetzt indessen gänzlich umgewandelt. Als Mikrolithe sind nur die gelben Kryställchen, Zirkon

---

[1]) E. R. Riess. „Untersuchungen über die Zusammensetzung des Eklogits.“ Min. und pet. Mitth. v. Tschermak. I., 1878.

Digitized by Google

oder Rutil, zu erwähnen. Ganz selten zeigen solche Kryställchen einen weissen körnigen Hof.

Granatführendes Aktinolithgestein
von St. Bolomban, Loire inférieure.

Dieses Gestein besteht wesentlich aus lichtgrünem Aktinolith in kurzen Säulchen, selten 2 Cm. lang. Ausserdem ist nur Granat in winzigen Individuen wahrzunehmen, und unter dem Mikroskope tritt nur noch der Quarz in spärlichen Körnern hervor, ausser den hübschen gelben Mikrolithen. Der Aktinolith zeigt die Ablösung nach $P\infty$ sehr deutlich.

Die gelben Mikrolithe gehören wahrscheinlich theilweise wenigstens dem Rutil an, da vereinzelte Körnchen mit einer farblosen Zone umgeben sind, welche dem Titanomorphit entspricht. Die Zahl der auf diese Weise ausgezeichneten Kryställchen ist aber der Anzahl von ganz frischen Mikrolithen gegenüber so verschwindend klein, dass man gewiss nicht ohne Weiteres alle gelben Mikrolithe als Rutil betrachten darf. Die grösseren Krystalle (0·25 Mm.) sind feurig rothgelb, die kleineren hell weingelb.

Knieförmige Zwillinge sind häufig, besonders unter den kleineren, welche bis auf 0·001 Mm. Grösse hinabsinken.

Pyroxenschiefer.

Aus der Umgegend von Pontivy, Departement Morbihan, stammt ein Gestein, welches im Handstück wie ein ganz gewöhnlicher Hornblendeschiefer aussieht. Es ist aber, wie das Mikroskop zeigt, ein hornblendefreies Gestein, welches fast lediglich aus Pyroxen besteht, mit nur ganz untergeordnetem Feldspath und Quarz als accessorischen Gemengtheilen.

Interessant ist die Uebereinstimmung dieses Pyroxens mit demjenigen des Plagioklas-Pyroxen-Gesteins von Roguedas. Die orthopinakoidale Spaltung ist hier ebenfalls vorhanden, wenngleich minder deutlich. Von allen Spalten und Rissen aus hat eine noch unbestimmbare Umwandlung in eine dunkelgrüne Substanz begonnen. Die Masse des Pyroxens wird oft von meist dunkel erscheinenden

Digitized by Google

Sprüngen oder Spalten durchzogen, welche bei wechselnder gegenseitiger Entfernung immer parallel laufen und beim Maximum der Auslöschungsschiefe, also dann, wenn der Schnitt annähernd parallel $\infty P\infty$ gerichtet ist, einen Winkel von ca. 74° im Sinne von oP mit der Prismenspaltungsrichtung machen. Ob eine ähnliche Erscheinung nach oP hier vorliegt, wie die Ablösung nach $P\infty$ des Aktinoliths, muss fraglich bleiben.

Die Küste von Billiers, Morbihan, wird in erster Linie aus flachgeneigten, wellig gefalteten Amphibol-, Pyroxen-, Epidot-Schiefergesteinen gebildet. Epidot tritt bald als Umwandlungsproduct der Hornblende auf, bald spielt er anscheinend eine ursprüngliche Rolle in einigen Schichten, welche fast nur aus Epidot und Quarz bestehen. Granat in einzelnen Körnchen oder in derben Massen von brauner Farbe ist in den verschiedensten Verhältnissen beigemengt. Gewisse Lagen werden sogar fast lediglich aus Granat und Feldspath zusammengesetzt. In Wechsellagerung mit diesen Gesteinen treten Gneisse, Glimmerschiefer, Dolomite und noch andere auf. Die gegenseitigen Verhältnisse dieser Gesteine sind in den Proben, welche mir zur Verfügung stehen, nicht klar genug, um eine ausführliche Schilderung zu gestatten.

Wenn man einen Rückblick auf die bisher geschilderten geschichteten krystallinischen Gesteine wirft, so fällt gleich der so häufig wiederkehrende Gehalt an Pyroxen in's Auge. Dieses vor verhältnissmässig kurzer Zeit in den krystallinischen Schiefern unbekannte Mineral erscheint in diesem kleinen Gebiete als ein Hauptgemengtheil von mehreren Felsarten, ja, in einem Falle bildet dasselbe allein die grosse Masse des Schiefers. Auffallend dabei ist es auch, dass der Pyroxen in diesen verschiedenen Mineral-Combinationen eine ziemlich übereinstimmende Ausbildung besitzt, und zwar eine solche, welche derjenigen des in den Amphiboliten accessorischen Salits nahe steht. Der Pyroxen des Gesteins von Roguedas ergab jedoch in einer zum Theile missglückten Analyse 4·80% Al_2O_3, was für den typischen Salit ein ziemlich hoher Thonerdegehalt sein würde.

Zunächst ist die Bildung des Wollastonits auf Kosten eines Plagioklases unter Wegführung der Thonerde merkwürdig; eine Bildung, welche gerade in Widerspruch mit allen bisherigen Erfahrungen auftritt. G. Bischof (Chem. Geologie, Bd. I., S. 788,

Digitized by Google

Bonn, 1847) wies darauf hin, dass der Wollastonit nur da entstehen oder existiren könne, wo Kohlensäure keinen Zutritt habe. Bei Roguedas indessen liegt das am stärksten zu Wollastonit umgewandelte Gestein bei der Fluth unter dem Meereswasser.

Es ist nicht hier der Ort, die theoretischen Betrachtungen, welche sich an die secundäre Entstehung der Flüssigkeitseinschlüsse bei der Wollastonitbildung knüpfen, noch weiter zu entwickeln.

Die massigen Gesteine.

Granit.

Die untersuchten Granite sind mit einer einzigen Ausnahme Biotitgranite. Der Orthoklas dieser Granite ist gewöhnlich weiss, selten röthlich. Mikroklin kommt häufig als accessorischer Gemengtheil vor.

Ein Biotitgranit von Plöaret, Département Finisterre, enthält viel Mikroklin, welcher mehr als die anderen Feldspäthe in Zersetzung begriffen ist. Quarz verwächst mit dem Plagioklase zu mikroskopischen schriftgranitartigen Partien. Besonders in dem Biotit erscheinen Durchschnitte eines unbestimmbaren Minerals von rhombischer Form: ∞P, $\infty \breve{P} \infty$, oP. Der stumpfe Winkel von ∞P beträgt ca. 115°. Die grösseren Krystalle (bis 1 Mm.) sind blassgelb, mit schwachem Pleochroismus, die kleineren farblos. Doppelbrechung stark. Bei Zersetzung wird das Mineral matt und undurchsichtig, gleichzeitig der Biotit ringsum dunkel und opak.

Von Concarneau, Finisterre, stammt ein porphyrischer Granit her. Bis 4—5 Cm. lange weisse Orthoklas-Krystalle liegen in einer körnigen Grundmasse von Feldspath, Quarz und Biotit. Diese Orthoklas-Einsprenglinge stellen fast ausnahmslos Karlsbader Zwillinge dar. Züge von Flüssigkeitseinschlüssen, welche durch verschieden orientirte Quarzkörner hindurchgehen, sind häufig wahrzunehmen.

Ein ähnlicher Granit kommt in der Umgegend von Quintin, Département Côtes du Nord, vor. Muscovit erscheint hier neben dem Biotit in ziemlicher Menge, und möglicherweise ist das Gestein als zweiglimmeriger Granit zu bezeichnen. Merkwürdig sind die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarze dieses Granits wegen der Zahl

Digitized by Google

und Grösse der darin sitzenden Würfelchen. Es sind oft drei oder vier solche Würfelchen von ausserordentlicher Grösse in einem Einschlusse, so dass sie anscheinend mehr Raum einnehmen als die Flüssigkeit und Libelle zusammen.

Der Hauptfeldspath eines Granites von Le Huelgoat, Finisterre, zeigt Andeutungen einer Mikroklinstructur, aber doch nur undeutlich, und man kann ihn kaum zu dem Mikroklin stellen. Muscovit erscheint als Begleiter des Biotits in untergeordneter Menge. Auch Turmalin ist spärlich blos makroskopisch vorhanden. Die Umwandlungen des Plagioklases in diesem Gesteine gehen von Innen nach Aussen vor sich.

Die schon beschriebenen Schichten von Roguedas sind an einer Stelle von einem 5 Cm. breiten Gange eines Biotitgranits durchsetzt. Dieser Granit enthält Mikroklin neben viel gestreiftem Plagioklas. Die Orthoklase sind stärker zersetzt als die Plagioklase. Bei einem Orthoklas, geschnitten, annähernd parallel oP, zeigt sich eine Verwachsung mit einem triklinen Feldspath derart, das parallel $\infty P\infty$ flach linsenförmige Lamellen des polysynthetisch verzwillingten Plagioklases eingeschaltet sind. Die Zwillingsebene fällt mit dem Klinopinakoid des Orthoklases zusammen. In dem Orthoklase sind sehr lange dünne Apatitnädelchen weit verbreitet.

Zweiglimmeriger Granit tritt in kleinen Gängen in dem Quarzglimmerdiorit von Le Run bei Plouaret, Côtes du Nord, auf. Der Orthoklas ist hier röthlich, Plagioklas reichlich vertreten und ein bedeutender Theil davon gehört dem Mikroklin an. Das letztere Mineral erscheint auffallenderweise im Gegensatze zu anderen Vorkommnissen unter sämmtlichen Feldspäthen am besten erhalten. Der Biotit ist manchmal umgewandelt zu einer dunkelgrünen blätterigen Substanz, welche Aggregate von gelblichen Prismen enthält. Diese Gruppen von kurzen Säulchen haben viel Aehnlichkeit mit den Staurolith-Aggregaten der Thonschiefer. Die Individuen sind kürzer und dicker, auch von tieferer Farbe, als die Nädelchen, welche gewöhnlich bei Bleichung des Biotits entstehen, doch ist die Art ihres Vorkommens so übereinstimmend, dass die Identität mit den letzteren Gebilden kaum bezweifelt werden kann. Im Quarze sind höchst feine dünne Nädelchen verbreitet, sowie ge-

Digitized by Google

wöhnliche Apatite. Ob die Ersteren auch Apatite sind, lässt sich nur vermuthen.

Ein 6 Cm. mächtiger Gang stellt eine porphyrische Modification dar. Die Grundmasse ist mit der Loupe auflösbar. Der Quarz tritt meist mit den vorwaltend triklinen Feldspäthen verwachsen auf und die beiden Glimmer sind spärlicher vorhanden.

Die feldspathreichen Gänge von Billiers, Morbihan.

Die flachgeneigten Schichten von Billiers (vergl. S. 390) werden von zahlreichen Gängen eigenthümlicher Zusammensetzung durchsetzt. Diese Gänge sind durchschnittlich ein Meter mächtig und laufen regellos in allen Richtungen. Ein lichtröthlicher Feldspath ist der Hauptgemengtheil, zu welchem sich in verschiedenen Verhältnissen Quarz gesellt. Bald entsteht eine grobkörnige Structur, bald eine schriftgranitartige Verwachsung von Quarz mit einem tief rothen Orthoklas. Die herrschende Ausbildung ist porphyrisch, wobei Einsprenglinge von röthlichem Feldspath in einer feinkörnigen Grundmasse auftreten, welche ihrerseits vorwiegend feldspathig ist und nur Häutchen und Gruppen von kleinsten Quarzkörnchen enthält. Der Feldspath kommt nie zu einer einigermassen regelrechten krystallographischen Entwickelung.

Orthoklas scheint der Hauptfeldspath zu sein, ist aber auf so sonderbare Weise mit anderen Feldspäthen verwachsen, dass seine Verbreitung im Gestein und seine Verhältnisse den anderen gegenüber oft unklar werden. Die Verwachsung erfolgt auf ganz unregelmässige Weise derart, dass in einem grossen Orthoklas-Individuum flache, wellenförmig gebogene Linsen und Bänder eines anderen Feldspathes eingeschaltet sind. Diese Linsen liegen oft parallel, in anderen Fällen aber kreuzen sie sich unter verschiedenen Winkeln. Die vorwiegende Richtung dieser Linsen scheint annähernd parallel $\infty P \infty$ des Orthoklases zu sein, bedeutende Abweichungen aber sind häufig. Die optische Orientirung aller Linsen in einem Orthoklase braucht, wenn dieselben auch parallel liegen, nicht immer übereinstimmend zu sein. Eine polysynthetische Zwillingsbildung in einer solchen Linse ist bis jetzt nicht beobachtet worden. Eine gewöhnliche Plagioklasbildung scheint in der That

Digitized by Google

dem Gesteine fast gänzlich zu fehlen. Mikroklin ist aber in bekannter Ausbildung anwesend.

Die Beziehungen des Mikroklin und des Orthoklas zu einander, und dieser beiden zu den erwähnten Verwachsungen sind unklar, aber einer weiteren Untersuchung an besser geeignetem Material, als es mir zu Gebote stand, werth.

Glimmer erscheint selten in diesen Gängen, Apatit in gedrungenen Prismen oder in Körnern ist spärlich vorhanden.

Diese Gänge haben in gewisser Hinsicht eine Aehnlichkeit mit den „granitischen Gängen" des sächsischen Granulitgebirges, welche Hermann Credner[1]) beschrieben hat. Während aber die Bildung jener Gänge auf nassem Wege aus den sie umgebenden Schichten an Ort und Stelle bewiesen werden konnte, ist die Entstehung dieser Gänge aus den Amphibol-, Epidot-, Pyroxen- u. s. w. Gesteinen kaum denkbar. Bemerkenswerth ist es dagegen, dass in diesem Complexe von Amphibol- u. s. w. Gesteinen Schichten einer dem Ganggestein ganz analogen Zusammensetzung eingelagert sind, glimmer- und quarzarme Schichten, deren Feldspäthe denjenigen des Ganges gleichzustellen sind. Es lässt sich daraus als wahrscheinlich schliessen, dass im Hangenden der jetzt aufgeschlossenen Schichten mächtige Lagen eines feldspathführenden Gesteins existirt haben, welche vermuthlich eine ähnliche Zusammensetzung mit diesen Einlagerungen besassen. Die Gewässer haben ihre aufgelösten Bestandtheile erst in einem tieferen Niveau in Spalten abgesetzt. Sonderbar ist es aber bei einer solchen Bildung, dass die Feldspäthe keine bessere formelle Entwickelung angenommen haben.

Die eben besprochenen Gänge lassen eine gebänderte Structur nicht erkennen. Andere spärlich vorkommende Gänge aber besitzen parallel den Salbändern eine vollkommene geschichtete Structur. Ein solcher Gang von 1 Meter Mächtigkeit ist nahe dem Rande dicht, hornsteinartig, mit muscheligem Bruch, an den Kanten der Handstücke durchscheinend, aus abwechselnden hellen und dunklen Lagen gebildet, und selbst der Loupe bieten sich keine erkennbaren Gemengtheile dar. Nach der Mitte des Ganges zu geht diese dichte Structur in eine porphyrische über. Ein Handstück aus der

[1]) Hermann Credner. Z. d. d. g. Gesellsch. 1875. S. 104.

Digitized by Google

Mitte des Ganges besitzt einen dem vorhergehenden Ganggestein sehr ähnlichen Habitus. Mikroklin und einfach verzwillingter Plagioklas sind etwas häufiger. Die dichte Ausbildung zeigt im Dünnschliffe eine mikro-porphyrische Structur, indem 0·5 Mm. grosse Körnchen von Feldspath, Granate und dunkelgrüne Turmaline in einer noch feiner körnigen Masse liegen. Die Anordnung dieser Körnchen bedingt die planparallele Schieferstructur. Die Turmaline sind nicht zur regelmässigen krystallographischen Entwickelung gelangt. Keines von diesen Mineralien übertrifft die Grösse von 0·5 Mm. In der noch ganz krystallinischen Grundmasse sind kleine Pyritwürfelchen, Granate, Turmaline, Feldspath und Quarz zu unterscheiden. Endlich sinkt das Korn so weit herab, dass Quarz und Feldspath nicht mehr auseinander zu halten sind, und erst bei dieser Feinheit gesellt sich ein schuppiges muscovitähnliches Mineral zu den anderen. Es ist also bei der feinsten Ausbildung eine kryptokrystallinische Masse mit Einsprenglingen.

Quarzporphyr.

a) Mit mikroskopisch-phanerokrystallinischer Grundmasse.

Ein Quarzporphyr aus dem Departement Côtes du Nord (näherer Fundort unbekannt) zeigt Manches von Interesse.

Die Einsprenglinge sind bis 5 Mm. grosse Dihexaeder von Quarz, kleine Orthoklaskrystalle und die Reste eines dunklen Glimmers, welcher bei der Zersetzung opake Körnchen ausgeschieden hat. Diese Mineralien liegen in einer lichtbräunlichen homogen erscheinenden Grundmasse. U. d. M. tritt der Muscovit auch als Einsprengling hervor und Plagioklas neben dem Orthoklas. Der letztere ist gänzlich zersetzt und liefert eine unauflösbare schmutziggraue Substanz. Der Plagioklas ist im Gegensatze dazu bei gewöhnlichem Lichte kaum von der Grundmasse zu unterscheiden, da er zum grossen Theile zu einem Glimmer umgewandelt erscheint und ein ähnlicher Glimmer auch den Hauptbestandtheil der Grundmasse bildet. Im polarisirten Lichte tritt die Zwillingsstreifung in der frischen Substanz hervor.

Frischer Mg.-Glimmer ist nicht mehr zu finden. An seiner Stelle zeigt sich ein lichtgrünes glimmerähnliches Mineral, welches

Digitized by Google

von gelben, einzelnen und gruppenweise zusammengehäuften Nädelchen erfüllt wird. Die Nädelchen sind zum Theile dieselben Gebilde, welche schon oft erwähnt wurden, zum Theile von regelmässiger Verwachsung und Ausbildung. Selten kommen herzförmige Zwillinge vor. Viel häufiger ist die Gruppirung von mehreren Nädelchen in paralleler Stellung oder eine farnkrautartige von zwei Systemen von Nädelchen, indem zwei Reihen parallel gelagerter unter einem Winkel von ca. 60° gegenseitig zusammenstossen. Ganz ähnliche Aggregate von Staurolithen kommen in dem Thonschiefer von Rochefort-en-terre, Morbihan, vor. (Vgl. S. 385.)

Die Grundmasse des Porphyrs besteht zum grössten Theile aus einem Gewirr von winzigen Glimmerblättchen, die meist dem Muscovit angehören, zum Theile aber eine sehr lichtgrüne Farbe tragen. Der Rest der Grundmasse wird aus einem Gemenge von Quarz und Feldspath in sehr kleinen Körnern, welche oft nicht mehr von einander zu unterscheiden sind, gebildet. Eine isotrope Zwischenmasse ist nicht vorhanden.

Ein Quarzporphyr von den „Environs de la Baie de Brest", Finisterre, besitzt denselben Typus. Spärliche Durchschnitte eines ganz zersetzten Minerals deuten wohl auf vorhanden gewesene Hornblende hin. Die Grundmasse ergiebt einen noch viel grösseren Muscovitreichthum als das vorige Gestein. Beim ersten Blick in das Mikroskop scheint bei gekreuzten Nicols die Grundmasse lediglich aus Muscovit zu bestehen.

Ein Quarzporphyr von der „Baie de Morgates", Finisterre, welcher von dem mineralogischen Museum der hiesigen Universität als Geschenk vom Cte. de Limur erhalten wurde, zeigt die höchst selten vorkommende Ausbildung von Muscovit als Haupteinsprengling neben dem Quarze. Biotit, sowie Feldspath tritt fast gänzlich zurück. Der Muscovit ist in schönen silberglänzenden hexagonalen Täfelchen bis zu 1 Cm. Grösse und reichlich vorhanden. Rosenbusch (Mikr. Physiographie, Mass. Gest. p. 57) erwähnt einen einzigen Fall, wo Biotit durch den Muscovit vertreten ist. Nach Zirkel kommt Muscovit als Einsprengling anstatt Biotit in einem Porphyr aus den Pyrenäen vor, oberhalb Gabas nach der Case de Broussette zu.

Der Quarz bildet deutliche Dihexaeder. Die Grundmasse ist von lichtgrauer Farbe und ziemlich weit zersetzt, so dass ein Scherb-

Digitized by Google

chen zum Schleifen nicht abgeschlagen werden konnte, ohne Gefahr des Zerfallens.

b) Mit mikroskopisch-kryptokrystallinischer Grundmasse.

Zwei Quarzporphyre von der Inselgruppe „des Héaux", Baie de Tréguer, Côtes du Nord, liegen vor. Beide stammen von derjenigen, auf welcher der Leuchtthurm steht. Die erste Varietät, welche auch eine Verbreitung auf den benachbarten Inseln haben soll, zeigt Dihexaeder von Quarz und kleine röthliche Feldspathkrystalle, welche zusammen im Gleichgewichte mit der grauen dichten Grundmasse stehen. Als mikroskopische wohlerkennbare Gemengtheile treten innerhalb der letzteren nur ein ganz zersetzter Glimmer und Erzkörner nebst noch zu erwähnenden Mikrolithen auf.

Der Feldspath ist eine Verwachsung von Orthoklas und einem jetzt ganz umgewandelten Feldspathe nach der Art des Perthits. Der Orthoklas hat seine Frische noch bewahrt, aber die specielle Natur des mit ihm verwachsenen Minerals kann nicht mehr bestimmt werden. Das Umwandlungsproduct ist durch Absatz von Eisenoxydhydrat trüb und undeutlich gemacht.

Der Quarz enthält Apophysen der Grundmasse von mannigfaltigen Gestalten, sowie einige scheinbar echte Einschlüsse derselben, welche mit negativ-krystallographischer Umgrenzung und ohne sichtbaren Zusammenhang mit der umgebenden Grundmasse eingebettet liegen. Rosenbusch[1]) hält echte Einschlüsse der Grundmasse für grosse Seltenheiten und führt nur einen einzigen, von Zirkel beobachteten Fall an, bei welchem ebenfalls eine negativ-krystallographische Umgrenzung vorhanden war. Das Erz scheint Magnetit mit Titanitgehalt zu sein. Immer mit dem Erz vergesellschaftet erscheint ein farbloses prismatisches Mineral mit gerader Auslöschung. Es dringt in kurzen Säulchen aus dem Magnetit hervor, oder scheint bei geeigneter Lage des Schnittes denselben zu durchspicken. Es ist mit Rücksicht auf die so oft quadratischen Querschnitte und die allerdings nicht deutliche Endausbildung an-

[1]) H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie etc. Band II., Massige Gesteine, p. 56.

Digitized by Google

scheinend tetragonal und zeigt lebhafte Polarisationsfarben. Ferner wurde noch ein isotropes Mineral mit kubischer (?) Spaltbarkeit spärlich wahrgenommen.

Die Grundmasse ist auch u. d. M. kryptokrystallinisch. Sie besteht aus farblosen und dunkeln schwach durchscheinenden Körnern, kurzen gelblichen Säulchen und röthlichen Flecken, die gleichmässig vertheilt sind. Vereinzelte Quarzkörner und Schuppen einer grünen chloritähnlichen Substanz sind durchgestreut.

Der zweite Porphyr dieser Gegend ist im Ganzen dunkel, fast schwarz mit kleinen Feldspäthen und glänzenden Erzkörnchen als makroskopisch erkennbaren Gemengtheilen. U. d. M. erweist es sich, dass Plagioklas eine nicht unbedeutende Rolle spielt. Beide Feldspäthe sind fast gänzlich umgewandelt. Der Quarz ist nur in linsenförmigen Aggregaten anwesend und Mg.-Glimmer als ursprüngliches Element des Gesteines nur auf Grund der Anwesenheit einer grünen blätterigen Substanz mit opaken Körnchen zu vermuthen. Magnetit mit dem vorher beschriebenen Mineral, welches gemäss der Art eines Vorkommens nicht mit dem Titanomorphit zu verwechseln ist, kommt gleichfalls vor.

Was die Grundmasse betrifft, so stellt sich dieser Porphyr dem bekannten Porphyre von Elfdalen in Schweden sehr ähnlich dar. Die Fluctuationsstructur ist hier mehr eine gewundene, und die dunklen Körnchen sind oft unmittelbar aneinander gereiht.

Felsitfels (Petrosilex).

Auf der Seite der neuen Strasse von St. Brieuc (Côtes du Nord), den Gouëtfluss entlang nach dem Hafen, kommt ein 4—5 Meter mächtiger Gang eines vollkommen dichten und röthlichgrau gefärbten Gesteins vor, welches local „Petrosilex“ genannt wird. Beim Aufschlusspunkt durchsetzt der Gang einen Diorit. U. d. M. löst sich das Gestein in eine Menge von Feldspath-, Quarz- und grünen Glimmerindividuen auf, welche in einer auch dann noch kryptokrystallinischen Masse liegen. Der Feldspath in ganz einfachen Leistchen oder Krystallen bildet den Hauptbestandtheil. Er ist oft das Centrum eines Felsosphaerits[1]). Diese Felsosphaerite

[1]) Die Bezeichnung ist im Sinne Vogelsang's — „Die Krystalliten — p. 134, auch von Rosenbusch adoptirt. (l. c., p. 82.)

Digitized by Google

sind äusserst feinfaserig und bei keiner Vergrösserung auflösbar. Im gewöhnlichen Lichte erscheinen sie grau und zwischen gekreuzten Nicols zeigen sie die Polarisationserscheinungen solcher faserigen Aggregaten. Bisweilen, aber viel seltener, bildet auch Quarz das Centrum eines Felsosphaerits. Der grüne Glimmer führt zuweilen Nädelchen.

Das Gestein als solches ist in seiner Ausbildungsweise und Zusammensetzung mit der Grundmasse von gewissen Porphyren, z. B. aus Central-Frankreich oder Cornwall, zu vergleichen.

Ein Felsitfels von gleicher Zusammensetzung stammt aus der Umgegend von Brest, Finisterre. Er enthält spärliches Erz und die Felsosphaerite sind minder deutlich.

Diorite.

Die Formation der krystallinischen Schiefer in der Umgegend von St. Brieuc, Côtes du Nord (vgl. S. 370), wird vielfach von Dioriten, Glimmerdioriten und Diabasen durchbrochen. Die Diorite sind sämmtlich, so weit meine Erfahrung reicht, Quarzdiorite.

Der Diabas scheint jünger als der Hornblendediorit zu sein, da er denselben gangweise durchsetzt. Die einzelnen Quarzdiorite haben, obgleich sie räumlich einander so nahe auftreten, dennoch ihre Eigenthümlichkeiten, welche eine specielle Beschreibung nöthig machen.

Ein Quarzdiorit aus der Sendung des Cte. de Limur trägt die Etiquette „Environs de St. Brieuc". Dieses Gestein hat eine Tendenz zur flaserig-schieferigen Structur durch die Lagerung der kleinen Hornblenden und Mg.-Glimmerblättchen um die bis 8 Mm. grossen Plagioklas-Krystalle.

Die Hornblende ist stark vorwaltend, im Allgemeinen ziemlich frisch und von zwei Varietäten. Die Eine bildet grüne Blätter oder kurze compacte Säulchen und hat eine mikrolithische Ausbildung, welche vielfach im Quarze oder Feldspathe vorkommt. Die andere Varietät ist faserig und von gelber Farbe. Diese enthält zuweilen auf den Spaltflächen Interpositionen von winzigen blassgelblichen Nädelchen, welche meist parallel der C-Axe gelegen sind. Auch kommen vereinzelte Blättchen eines grünlichen Glimmers in der Hornblende vor.

Digitized by Google

Die Streifung oder Ablösung nach $P\infty$, welche auf Seite 387 beschrieben wurde, zeigt sich auch hier, indessen abermals blos in der grünen Hornblende. Blättchen von Mg.-Glimmer, welche annähernd parallel mit der Schliffebene liegen, sind grün und wenig dichroitisch. Schnitte senkrecht auf seine Lamellirung sind fast farblos, mit starker Absorption, aber ohne die lebhaften Polarisationsfarben des Muscovits, mit welchem sonst das Mineral eine Aehnlichkeit hat.

Der Epidot, welcher häufig im Dünnschliffe erscheint, ist immer mit diesem Glimmer verbunden und anscheinend ein Umwandlungsproduct aus demselben. Ein unregelmässig contourirtes Korn des Epidots tritt gewöhnlich mitten in einem Glimmerblättchen hervor und erweist sich optisch als blos aus einem Individuum bestehend. Der Epidot hat hier sicherlich keinen Zusammenhang mit der Hornblende. Eine Entstehung desselben aus Mg.-Glimmer ist meines Wissens nie beschrieben worden.

Der Plagioklas in roh ausgebildeten Formen ist der zuerst gebildete Gemengtheil des Gesteins. Die Krystalle sind einschlussfrei und einer Zersetzung von Aussen nach Innen unterworfen worden, so dass nur die Kerne frisch blieben. Später hat Plagioklas im Vereine mit Quarz noch als Ausfüllungsmaterial der zwischen den verfestigten Gemengtheilen befindlichen Lücken gedient und hübsche Hornblende-Mikrolithe eingeschlossen. Calcit ist das Hauptproduct der Umwandlung. Der ziemlich reichlich vorhandene Quarz enthält oft einen Filz von Fibrolithnädelchen.

Inwiefern die sechs Arten von gelblichen Nädelchen, welche in diesem Diorite vorkommen, auf ein und dasselbe Mineral zurückzuführen sind, ist sehr fraglich. Erstens: Kommen hellgelbe Säulchen, klar und scharf umrandet, in bekannten Formen mit Zwillingsbildung vor, welche man dem Zirkon oder dem Rutil zuzuweisen pflegt. Zweitens: Lange Säulchen, durchschnittlich von 0·02 Mm. Breite und bis auf 1 Mm. Länge. Sie sind gelb oder röthlichgelb, nicht so klar und scharf wie die vorigen und liegen bald in dem einen, bald in dem anderen Mineral. Sie löschen gerade aus zwischen gekreuzten Nicols. Drittens: Bilden gelbe Körner und Prismen einen Hof um Erzkörnchen nach der Art des Titanomorphits. Die Farbe ist intensiv gelb oder etwas röthlich. Häufig sind ziemlich gute Krystalle von scheinbar tetragonaler Form zu

Digitized by Google

unterscheiden. Manchmal entsteht ein Aggregat von Säulchen, die sich in drei Richtungen unter einem Winkel von 60°, resp. 120° schneiden. Viertens: Liegen zierliche Nädelchen eines hellgelben Minerals in jenen Glimmerblättchen, welche auf den Spaltflächen der Hornblende gelagert sind. Bald sind sie durch das ganze Blättchen gestreut, bald von den Rändern aus einwärts gerichtet, oder sie liegen theilweise in der Hornblende. Sie sind immer in drei Richtungen geordnet, welche sich unter 60° kreuzen. Fünftens: Gehen von Rissen oder Spaltflächen der Hornblende nach allen Richtungen winzige Nädelchen aus, welche ebenfalls schwach gelblich sind. Sechstens: Die schon erwähnten regelmässigen Interpositionen inmitten der Hornblende parallel der C-Axe.

Die letzten drei Arten bieten keinen Anhaltspunkt für die genaue Bestimmung ihrer Natur dar. Die zweite und die dritte Art dagegen sind wahrscheinlich als Rutil zu betrachten. Sie sind nämlich nicht selten mit einer Zone eines farblosen körnigen Minerals umgeben, welches vollständig dem Titanomorphit zu entsprechen scheint. Das Erz, woraus die gelben Körner entstehen, zeigt nie die Spaltungslinien des Titaneisens und ist nicht ohne Weiteres mit diesem Minerale zu vereinigen. Es hat vielmehr eine Aehnlichkeit mit dem Nigrin, welches Mineral nach Rammelsberg[1]) ein mit Titaneisen vermischter Rutil ist. Die Möglichkeit der Verbreitung des Nigrins in den Gesteinen ist gewiss nicht gebührend betont worden[2]).

---

[1]) Rammelsberg. Mineral-Chemie. II. Theil, 2. Auflage, p. 169.

[2]) Bemerkung. Der bedeutende Beitrag zur Kenntniss der titanhaltigen Mineralien in den Gesteinen, welchen die Bestimmung des Titanomorphits durch von Lasaulx bildet, darf wohl nicht allzusehr überschätzt werden. Es ist in der That nicht von vornherein als nothwendige Consequenz anzunehmen, dass das wohlbekannte Umwandlungsproduct des Titaneisens, der Leukoxen, einfach wegen Analogie der Entstehung dem Titanomorphit angehört. Gümbel hat ursprünglich als Leukoxen jenes, besonders in den Diabasen und Dioriten vorkommende, früher namenlos gewesene Umwandlungsproduct des Titaneisens bezeichnet. Seitdem hat man vielfach ohne Weiteres alle ähnlichen Umbildungsproducte eines schwarzen Erzes ebenfalls Leukoxen genannt. Und jetzt, nachdem man die Natur des auf analoge Weise entstandenen Umbildungsproductes des Rutils und des Titaneisens in den Amphiboliten bestimmt hat, zeigt sich die Tendenz, Alles, was man früher Leukoxen nannte, nunmehr für Titanomorphit zu halten.

Digitized by Google

Der Rutil des Amphibolits von Lampersdorf in Schlesien, welcher so schön zu Titanomorphit umgewandelt ist (s. v. Lasaulx in o. c. Abh.), zeigt sich, obgleich er makroskopisch eine deutlich röthliche Farbe besitzt, als opak und schwarz im Dünnschliffe, und sein Glanz bei auffallendem Lichte ist nicht von dem Glanze des im betreffenden Diorite befindlichen Erzes zu unterscheiden. Es scheint also, als ob Nigrin in diesem Erze zu sehen wäre, welcher sich durch Eisenverlust zu gewöhnlichem Rutil umwandelt. Dieser Rutil geht alsdann nachher durch Kalkaufnahme in Titanomorphit über.

Die langen Säulchen sind offenbar in der Umwandlung gleichfalls zu einer weissen oder farblosen Substanz begriffen. Sie enthalten manchmal dunkle Körnchen, als ob sie auch secundärer Natur seien.

Gegen diese Verallgemeinerungen dürften indessen folgende Einwendungen erhoben werden können. Erstens: Ohne Andeutungen der rhomboëdrischen Spaltung oder der charakteristischen Aggregationsformen des Titaneisens darf man wohl nicht jedes schwarze Erz, welches in Verbindung mit einer Leukoxen ähnlichen Substanz auftritt, durchwegs und ohne Weiteres Titaneisen nennen. Zweitens: Es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass die mattgelblichen oder weisslichen Zersetzungsproducte der titanhaltigen Erze in den Diabasen etc. verschiedenen chemischen Verbindungen angehören. Bei der Bildung des Titanomorphits, sei es aus dem Nigrin oder aus dem Titaneisen, geht immer ein doppelter chemischer Process vor sich, erstens die Entfernung des Eisens, und zweitens die Aufnahme des Kalks. Warum brauchen die beiden Processe immer gleichzeitig stattzufinden, und warum sollte der zweite Process überhaupt immer eintreten müssen? Wenn aber nur die Entfernung des Eisens vor sich geht, so entsteht eine reine Titansäure, von welcher drei Modificationen bekannt sind.

Der Perowskit von Magnet, Cove, Ark. u. a. O. unterliegt einer Umbildung zu dem sogenannten Hydrotitanit, welcher nach G. König 82·82 % $Ti\,O_2$ und nur 0·ö % $Ca\,O$ enthält. (G. König, Proc. Acad. Nat. Sc. of Phil. May 8 th. 1876.) Dieser Hydrotitanit erweist sich im Dünnschliffe als mattgelb, äusserst feinkörnig und einem Theile des Leukoxens auffallend ähnlich. Hier zeigt sich also gerade die umgekehrte Erscheinung, dass ein kalkhaltiges Titanat seinen Kalk bis auf ganz verschwindende Reste einbüsst.

Der Titanit im Gneisse von Jönköping in Schweden wandelt sich zu einer weisslichen, in auffallendem Lichte matt erscheinenden Substanz um. Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, dass es auch ausser dem Titanomorphit andere Substanzen gibt, mit welchen man den Leukoxen füglich vergleichen kann. Die Ansicht, dass der Leukoxen eine Form der Titansäure sei, haben unter Anderen besonders Cohen und Törnebohm vertreten, und während es gar nicht ausgeschlossen ist, dass ein Theil des Leukoxens dem Titanomorphit angehören kann, darf man anderseits die anderweitigen Verhältnisse nicht ausser Acht lassen.

Digitized by Google

Ob die erste Art der Mikrolithe als ursprünglicher Rutil oder als Zirkon zu betrachten ist, geht nicht aus ihrer Ausbildung hervor

Ein Quarzdiorit aus dem Gouëtthal bei St. Brieuc (genauer Fundort unbekannt) besitzt Plagioklas als Hauptbestandtheil in. 1 Cm. grossen gestreiften Individuen, zwischen welchen die Hornblende in langen Prismen liegt. Ein bläulicher Quarz und Titanitkeile sind makroskopisch zu erkennen. Die Hornblende ist matt und enthält Epidotkörner. Der gewöhnlich frische Plagioklas zeigt zuweilen Interpositionen nach der Art des Labradorits. Auslöschungsschiefen zu 8°, 16° und 23° wurden an den verschiedenen Individuen desselben Präparats gemessen. Pyrit und Magnetti sind eingesprengt.

Wenige Schritte von der „Moulin neuf" im Gouëtthal, unweit St. Brieuc, durchbricht ein Quarzdiorit die Schieferformation. Der Gang ist mehrere Fuss mächtig und wird später noch von einem Diabase durchsetzt. Plagioklas bildet wieder den vorwiegenden Gemengtheil. Er ist stark zersetzt, besonders in der Nähe des Diabasganges. Oft liegen in dem Plagioklase reichlich schöne Hornblende-Mikrolithe. Epidotkörner im Plagioklase sind ohne Zweifel aus kleinen Hornblenden und nicht aus dem Feldspath selbst entstanden. Die Hornblende kommt in compacten gelblichen Individuen oder Aggregaten von kleinen Blättchen vor. Im letzteren Falle ist sie stark umgewandelt, zu Chlorit, Epidot oder zu einer unbestimmbaren blassen doppeltbrechenden Substanz. Ein Mg.-Glimmer spielt auch eine bedeutende Rolle im Gestein in Form von Gruppen von ordnungslos zusammengeschaarten Blättchen, gleichfalls sehr zersetzt. Titaneisen und Pyrit spärlich vertreten. Ein klares, frisches, stark doppelbrechendes Mineral von rhombischer Form und augitähnlichem Querschnitte, aber mit unvollkommener Spaltbarkeit, kommt in 0·5 Mm. langen Krystallen vereinzelt vor. ∞P, $\infty \breve{P}\infty$, $\infty \breve{P}\infty$ und Pyramiden oder Domen sind gewöhnlich ausgebildet.

Durch die Güte des Mr. J. A. Le Coz, Ingenieur in St. Brieuc, erhielt ich Proben eines Gesteins, welches im Museum zu St. Brieuc als „Hemithrène" bezeichnet wird. Es stammt aus der Umgegend von Lezardrieux, Côtes du Nord (Rive droite du Trieux, en aval du pont suspendu).

Digitized by Google

Das Gestein besteht aus kräftigen 1—2 Cm. langen, zuweilen terminal ausgebildeten Hornblendekrystallen mit einer röthlichweissen Zwischenmasse, welche mit Säuren braust und an Menge der Hornblende weit nachsteht. Vereinzelte Pyritkörnchen sind makroskopisch zu gewahren. Die Hornblende ist hier und da mattgrün und enthält grünlichgelbe Epidotkörnchen. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass die Hornblende stark pleochroitisch und dass ihre Auslöschungsschiefe gross ist. Bei einem Querschnitte einer dicken Hornblende zeigt sich ein Kern von gelber Farbe, welcher von einer unregelmässigen Zone einer fast farblosen Hornblende umgeben ist, welche wiederum von gelber Hornblende eingeschlossen wird. Alle drei Zonen sind optisch gleich orientirt und die Spaltung läuft ungestört hindurch. Die farblose Zone enthält viele dunkle Körnchen. Neben diesem Querschnitte liegt ein Längsschnitt von gelber Hornblende mit farblosen Partien darin. Die farblose Hornblende ist frisch, gibt lebhafte Polarisationsfarben, hat aber eine Auslöschungsschiefe von 17° 30′, während die der umgebenden Hornblende 21° beträgt. Solche farblose Stellen sind indessen selten und scheinen nicht gewöhnliche Bleichungsproducte zu sein.

Die Zwischenmasse besteht vorwiegend aus schuppigem Calcit, Quarz und Plagioklas. Der Calcit ist immer aus dem Plagioklase entstanden, obgleich in einzelnen Partien die Reste des Feldspathes nicht mehr zu erblicken sind. In anderen Fällen kann jedoch die Umwandlung ganz deutlich verfolgt werden. Quarz spielt eine untergeordnete Rolle und das Gestein ist als ein umgewandelter quarzführender Diorit zu bezeichnen. Kleine Epidotkörner im Calcit sind ohne Zweifel aus Hornblende-Mikrolithen hervorgegangen, welche ihrerseits einstmals dem Feldspathe eingelagert waren. Spärliche Körnchen eines unbestimmbaren hellgelben Minerals, anscheinend von rhomboëdrischer Spaltbarkeit, kommen in der Hornblende vor

Wenn dieses Gestein als Repräsentant des Hemithrenes gelten kann, so liegt hier eine Bestätigung der Angaben von v. Lasaulx[1]) über die Hemithrène Central-Frankreichs vor, nämlich, dass sie nur umgewandelte Diorite sind.

---

[1]) A. v. Lasaulx. Ueber sogenannte Hemithrène etc., Neues Jahrbuch für Min., 1874, p. 230.

Digitized by Google

Glimmerdiorit.

Unter den Gesteinen, in welchen nach dem Plagioklase ein Mg.-Glimmer den Hauptgemengtheil ausmacht, gelangten Proben von zwei Unterabtheilungen zur Untersuchung.

a) Eigentlicher Quarzglimmerdiorit.

Auf der schon erwähnten „route neuve" bei St. Brieuc ist ein Quarzglimmerdiorit an der Stelle, wo er den Schiefer gangförmig durchsetzt, aufgeschlossen. Ein gestreifter Plagioklas ist der Hauptbestandtheil, dessen ca. 1 Cm. lange Leistchen bald annähernd parallel geordnet, bald regellos vertheilt sind. Ein glänzender brauner Biotit, Quarz und Pyritkörner sind noch makroskopisch erkennbar. Mikroskopisch treten Hornblende, Apatit und vielleicht Orthoklas hinzu. Der Plagioklas ist frisch und zeigt zuweilen doppelte Zwillingsbildung. Der Biotit bildet unregelmässige Blätter, dunkelröthlich in der Basallage. Die nicht eben reichlich vorhandene Hornblende zeigt in einem Falle eine ungewöhnlich häufige Wiederholung einer Zwillingsbildung nach $\infty P\infty$, indem ein 0·4 Mm. breites Individuum aus 16 Lamellen in Zwillingsstellung besteht.

Ein ausserordentlich schönes Gestein ist der Quarzglimmerdiorit von „Le Run" unweit Plouaret, Côtes du Nord, welches unter dem Namen Granit vielfach als Baustein im Departement verwandt wird. Le Run oder „Le Ruhn" ist eine Häusergruppe, 5 Klm. nördlich von Plouaret auf der Chaussée nach Lannion. Der Steinbruch, aus welchem das Gestein gewonnen wird, liegt in einer Ebene und ist einfach eine Vertiefung in dem Grus, welcher aus der Verwitterung des Diorits hervorgegangen ist.

Die Verwitterung des Gesteins wird hier nämlich merkwürdiger Weise von der Entwickelung einer sphaerischen Absonderung begleitet, welche tief in das Gestein hinein gedrungen ist, so dass bei der gegenwärtigen Tiefe des Bruches, ca. 10 Meter, nur die rundlichen Gesteinskörper des Diorits, welche als Reste bei der Verwitterung übrig bleiben, aufgeschlossen sind. Zwar messen einige dieser Kugeln mehrere Meter im Durchmesser, sie sind aber noch von drei oder vier concentrischen Schalen umgeben, welche bald zu einem structurlosen Grus zerfallen. Die Schalenbildung scheint sehr plötzlich vor sich zu gehen, d. h. nur ein paar Centimeter unterhalb der innersten Schale ist das Gestein ganz frisch und

Digitized by Google

schön, dabei sonderbarer Weise von einer gänzlich ordnungslosen Structur ohne jedwede Tendenz zu einer zonaren Gruppirung oder abwechselnden Vertheilung der Gemengtheile, welche Anlass zu der späteren Entwickelung concentrischer Schalen geben könnte. Die Reste des frischen Gesteines in dem mit Eisenoxyd gefärbten Gruse bieten einen eigenthümlichen Anblick dar. Kleine Granitgänge setzen durch das Gestein hindurch (vgl. S. 392).

Ein feingestreifter Plagioklas, dunkelbraun glänzender Biotit, Quarz und viele röthliche Titanite sind die wesentlichen Elemente dieses prächtigen Vorkommnisses.

Die Korngrösse ist schwankend. Bald fein, so dass die reichlich vorhandenen Titanite sogar einen röthlichen Farbenton verursachen, bald steigt die Grösse der Individuen bis auf 7—8 Mm. Alle Gemengtheile scheinen aber jedesmal bestrebt zu sein, im gleichen Korne aufzutreten. Auch der Titanit wurde in bis 7 Mm. langen Krystallen beobachtet. Nur selten tritt eine Tendenz zur porphyrischen Structur hervor durch das Wachsen der Plagioklase auf 12—15 Mm.

Spärlich erscheint ein orthitähnliches Mineral in Körnchen, um welche die Plagioklase radial geordnet sind. Mit der Loupe sieht man zarte Säulchen, welche ohne Zweifel dem Apatit angehören. Die mikroskopische Untersuchung bringt noch die Gegenwart von Apatit, Orthoklas, Mikroklin, Hornblende, Erz, Calcit und Epidot zum Vorschein.

Von den Feldspathen ist nur der Plagioklas von Bedeutung. An dem im Allgemeinen frischen Mineral geht die beginnende Zersetzung bald von Aussen nach Innen, bald umgekehrt vor sich. Ein zonarer Aufbau ist häufig wahrnehmbar. Ein Plagioklas mit Auslöschungsschiefe von 11° 30′ scheint vorzuherrschen, auch 5° 30′ und 3° wurden indessen wiederholt gefunden. Besonders derjenige Plagioklas mit 11° 30′ Auslöschungsschiefe enthält die schönsten Biotitkryställchen.

Der Biotit (Mg.-Glimmer) in unregelmässigen Blättern besitzt schon in der Basallage einen starken Dichroismus, welcher in Schnitten senkrecht zur Lamellirung von lichtstrohgelb bis fast dunkel wechselt. Stellenweise kommt eine Abwechslung von braunen und grünen Lamellen vor. Der Biotit ist fast immer frisch und tritt sehr häufig in mikroskopischen Kryställchen im Quarz oder Plagioklas auf. Der körnige Quarz ist ein wesentlicher Gemengtheil, die grüne Hornblende dagegen tritt sehr gegen den Glimmer zurück.

Digitized by Google

Interessant ist das Auftreten des Titanits, der sonst in dem Glimmerdiorit ein sehr seltener Gast ist. Rosenbusch in seinem bekannten Werke (s. o. c. p. 249) erwähnt den Titanit als ein mit einer Ausnahme dem Glimmerdiorit fremdes Mineral. In diesem Falle ist es fast ein wesentlicher Gemengtheil sowohl nach der Art seines Vorkommens, als auch rücksichtlich seiner Quantität.

Apatit erscheint in fast unglaublicher Menge, alle Gemengtheile durchspickend, so dass ein Quarz oder Feldspath im Dünnschliff gesehen, von den charakteristischen hellen Nädelchen geradezu wimmelt. Er ist besonders reichlich in der feinkörnigen Varietät des Gesteins. Der Calcit findet sich wie im Kersanton in einheitlichen Körnern, ist aber nicht so häufig und überhaupt nicht in allen Schliffen zu gewahren. Er tritt zuweilen zwischen ganz frischen (wenigstens in der Schliffebene ganz frischen) Mineralien auf. Calcit von deutlich secundärer Natur ist nicht zu beobachten.

b) Kersanton.

Die Kersantone der Bretagne sind schon von Zirkel[1]), Michel Lévy[2]) und Rosenbusch[3]) eingehend untersucht worden, doch gehen die Angaben der genannten Forscher in gewissen Richtungen weit auseinander. Die folgenden Beobachtungen dürfen etwa zur Klärung der Zusammensetzungsverhältnisse dienen. Als Material lagen mir mehrere Handstücke von der altbekannten Localität „de l'hôpital Camfron," sowie ein Stück angeblich aus dem Gouëtthal bei St. Brieuc, Côtes du Nord, vor. Dies letztere Gestein stimmt mit den anderen überein und seine Herkunft aus dem Gouëtthal ist mir fraglich. An Ort und Stelle habe ich Kersanton nicht auffinden können.

Rosenbusch hat den Kersanton (a. l. c. O.) als einen Quarzglimmerdiorit mit constantem Gehalt an körnigem Calcit und Augit, bei gänzlichem Mangel an Hornblende, definirt. Michel Lévy dagegen fand die Hornblende in Menge, konnte aber den Augit nicht wahrnehmen. Aus meinen Beobachtungen kann ich

[1]) F. Zirkel, Die Zusammensetzung des Kersantons, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss., 1875, p. 200.

[2]) A. M. Lévy und H. Douvillé, „Note sur le Kersanton," Bull. soc. géol. Fr. (3) V. 1876, S. 7.

[3]) H. Rosenbusch, Die mikr. Physiographie der mass. Gesteine, p. 250.

Digitized by Google

die Anwesenheit der Hornblende auf Grund der Querschnitte, der Spaltbarkeit, des Pleochroismus und der optischen Orientirung in den Längsschnitten bestimmt constatiren, und ferner ist es wahrscheinlich, dass auch der Augit neben der Hornblende vorkommt, obgleich in Menge und Deutlichkeit des Auftretens dem letztgenannten Mineral nachstehend. Die Körner, welche vermuthlich dem Augit angehören, zeigen in meinen Schliffen (vielleicht zufälliger Weise) nie eine deutliche Spaltbarkeit. Die Meinung M. Lévy's, dass viel Chlorit aus der Umwandlung der Hornblende hervorgeht, findet ihre Bestätigung, wo die angebliche Hornblende mit Chlorit umgeben erscheint.

Der Calcit ist wie gewöhnlich. Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen wurden in ihm gefunden. Bemerkenswerth ist es, dass der Quarz da, wo er in den Calcit hineinragt, mehr oder weniger mit Krystallflächen ausgebildet ist, während er anderswo körnig zu sein pflegt.

Die oben angeführte Definition Rosenbusch's ist also nach den angegebenen Beobachtungen eine nicht ganz gerechtfertigte und der Kersanton nur durch seinen Gehalt an körnigem Calcit (was die Bestandtheile betrifft) von anderen Quarzglimmerdioriten zu unterscheiden.

Diabas.

Der Diabas, welcher den Diorit bei der „Moulin neuf" im Gouëtthal, Côtes du Nord, durchsetzt, ist ein dichter olivinfreier Diabas von einfacher Zusammensetzung. Nur Pyrit ist in diesem aphanitischen Gestein makroskopisch zu erkennen.

U. d. M. erscheint der Plagioklas in Leistchen, welche den Augit in keilförmigen Gestalten zwischen sich eingeklemmt halten. Titaneisen und Pyrit sind reichlich vertreten. Das Umwandlungsproduct des Titaneisens ist hier wahrscheinlich echter Titanomorphit. Es ist deutlich körnig, farblos und überhaupt von der gewöhnlichen Ausbildung des Leukoxens.

Die Contacterscheinungen beschränken sich lediglich auf den durchsetzenden Diabas, während der benachbarte Diorit keine Contactmetamorphose aufweist. Die dem Diorit zunächst liegende Zone ist nicht zur vollständigen Ausbildung gelangt. In der ersten, unmittelbar an den Diorit grenzenden 1 Cm. dicken Diabas-Zone liegen scharf umrandete Plagioklas-Leistchen, welche eine Länge

Digitized by Google

von 0·9 Mm. bei einer Breite von 0·02 Mm erreichen, in einer äusserst dichten globulitischen Basis. Diese Basis ist fast opak, nur bei grösster Dünne des Schliffes schwach durchscheinend. In der zweiten, einwärts folgenden 1 Cm. dicken Zone sind vereinzelte Erzkörnchen und gelbe Kügelchen, welche dem Augit zuzurechnen sind, in der etwas heller ausgefallenen Basis ausgeschieden. Die dritte, gleich dicke Zone enthält alle Gemengtheile ziemlich gut auskrystallisirt, und 3—4 Cm. von dem Diorit ist eine vollkommen krystallinische Structur, aber noch sehr feinkörnig, ausgebildet. Kleine Spalten in den beiden Gesteinen nahe der Contactfläche sind mit secundärem Chlorit, Epidot und Quarz erfüllt.

Bei der Mündung des Gouëtflusses am linken Ufer, einem alten Thurm gegenüber („Sous la tour"), trifft man auf einen 4 Meter mächtigen Gang eines durchaus ähnlichen, nur nicht ganz so dichten Diabases. Kleinere Gänge desselben Gesteins oft kugelförmig abgesondert und zersetzt, finden sich in der Nähe.

Von Douarnennez, Finisterre, stammt ein Olivindiabas her. Er ist sphärisch abgesondert und die braungelben Kugeln sind scheinbar stark zersetzt, aber die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Färbung von Eisenoxydhydrat verursacht wird und dass Augit und Plagioklas ihre Frische noch erhalten haben. Der Olivin indessen ist gänzlich serpentinisirt. Ein constanter, wenn auch spärlicher Gehalt an Quarz ist sehr auffallend, da die beiden Mineralien Quarz und Olivin in der Regel einander gegenseitig ausschliessen.

Eine andere Eigenthümlichkeit des Gesteines besteht in der Gruppirung von drei oder vier Augitkörnern zu einem Aggregate von 2—3 Mm. Durchmesser, welches zahlreiche Plagioklasleistchen, spärliche Olivine und fast gar keine Erzkörnchen enthält. In der zwischen diesen Aggregaten liegenden Substanz tritt der Augit in ganz kleinen Körnchen auf. Solche erzfreie Aggregate bilden ungefähr die Hälfte des Gesteines.

Zwischen Plouha und Tréguer, Côtes du Nord, werden kleine Gerölle einer gänzlich zersetzten Diabaslava gefunden, deren meist unter 1 Mm. grossen Blasenräume von einer delessitähnlichen Substanz und Quarz ausgefüllt worden sind. Der Quarz besteht in jedem Falle aus mehreren verschieden orientirten Individuen, welche Bildung im Gegensatze zur gewöhnlich einheitlichen Orientirung des Calcits in solchen Mandeln bemerkenswerth ist.

Digitized by Google

Eklogit.

In der Umgegend von Pontivy, schieferiger Eklogit vor. Es ist ein sehr ei Gestein, welches blos stark vorwaltenden Granate (∞O) als wesentliche Bestandthei cit[1]) in kurzen Säulen zeigt die ihm zuko Er ist gewöhnlich mit einer grauen oder wolkigen Zone umgeben. Die Ränder des (eintretende Chloritisirung. Accessorisch spärlichen blauen Säulchen. Quarzkörner handen. Als Mikrolith kommt Zirkon ode

---

Schliesslich ist es meine angenehme ehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Zirkel auszusprechen für den Eifer, mit welchem der Mineralien und Gesteine mit Hilfe hat, und auch für die freundliche Theilna

Auch dem Cte. F. de Limur in zu grossem Dank verpflichtet für seine reiche Gaben von Gesteinsproben währe der Bretagne.

Erklärung der Tafel

Figur 1. Wollastonitbildung im Plagioklasgestei Einschlüsse mit Nädelchen $\frac{700}{1}$.
Figur 2. Desgleichen. Fasern mit globulitischen
Figur 3. Chiastolith. Oben Kern, unten Rinde
Figur 4. Chiastolith mit Einschlüssen von Blätt
Figur 5. Flüssigkeits-Einschluss mit Kryställche.
Figur 6. Turmalin-Nädelchen im Chiastolith $\frac{64}{1}$.

---

[1]) E. R. Riess. Untersuchungen über gits. Min. und pet. Mitth. ges. v. Tschermak.

Digitized by Google

XV. Die Melaphyre der kleinen Karpathen.

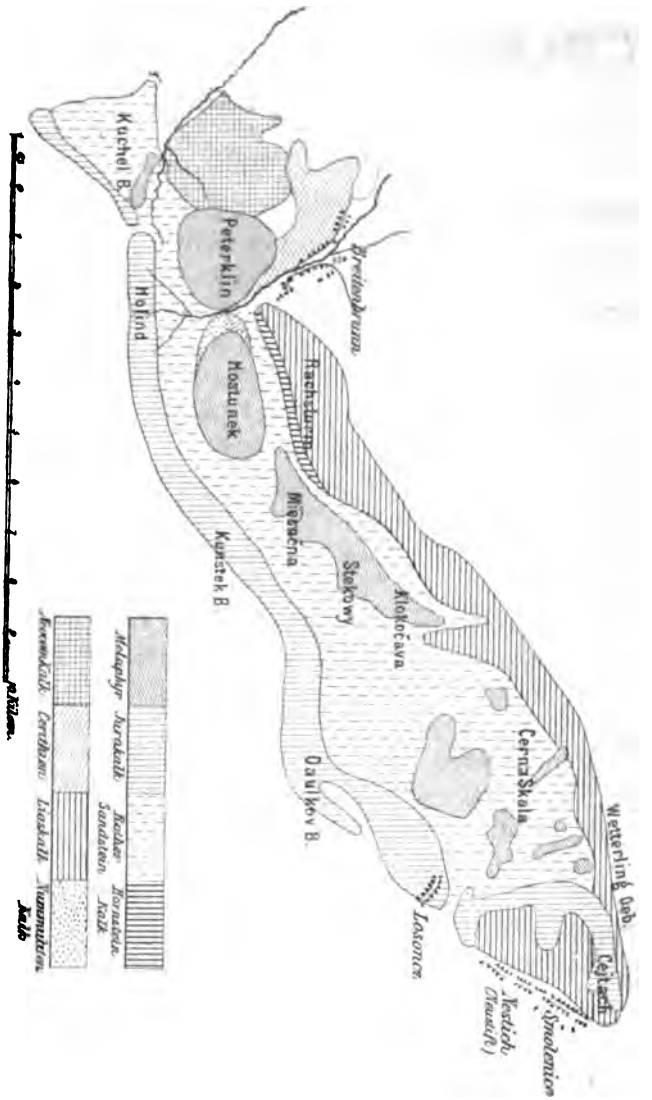
Von Dr. Gustav E. Stein.

(Mit einem Holzschnitt.)

Die Melaphyre der kleinen Karpathen sind schon seit längerer Zeit bekannt. Die erste Erwähnung derselben findet sich in den Sitzungsberichten der geologischen Reichsanstalt vom 6. December 1853. Fötterle gibt eine allgemeine Uebersicht der von ihm daselbst ausgeführten geologischen Arbeiten und erwähnt, dass sich östlich von Breitenbrunn eine ausgedehnte Partie von Melaphyren befindet. Die zweite schon etwas eingehendere Beschreibung der Melaphyre gibt Pettko im ersten Heft der Arbeiten der ungarischen geologischen Gesellschaft vom Jahre 1856. Er gibt auch eine „Geologische Karte des westlichen Theiles von Ungarn an der March", in welcher wir schon den Melaphyr verzeichnet finden. Die Karte lässt jedoch, was speciell die Einzeichnung der Melaphyre anbelangt, manches zu wünschen übrig. Weitere Daten über die erwähnten Gesteine finden wir in der Arbeit von Dionys Stur über die „Geologische Uebersichts-Aufnahme des Wassergebietes der Waag und Neutra" im 11. Band der Jahrbücher der geolog. Reichsanstalt. Während Pettko die Melaphyre für jünger hielt als die jurassischen Mergel von Smolenitz, versetzt Stur ihr Alter in das Rothliegende, eine Ansicht, welche durch neuerliche Untersuchungen bestätigt, heute die allgemein acceptirte ist. Eine andere für uns interessante Arbeit ist die von C. Paul in der Sitzung der geolog. Reichsanstalt vom 1. December 1863 vorgelegte geologische Detailkarte, welche aber bis jetzt nicht publicirt ist, sondern in der Karten-Sammlung der geolog. Reichsanstalt sich befindet. Als Grundlage der Karte dient die Generalstabskarte im Massstabe von 1 : 144.000. Ich kann es nicht unerwähnt lassen, dass die geographische Grundlage der Karte manche kleine Irrthümer und Unrichtigkeiten aufweist, in Folge deren auch die geologische Farbeneinzeichnung der Verbreitung der einzelnen Gesteine nicht ganz genau entspricht. Ich habe es versucht, die Karte so

Digitized by Google

gut als es mir bei den gänzlich mangelnden Hilfsmitteln möglich war, zu corrigiren. Besonders auffallend ist der Fehler bei der



Einzeichnung der Berge Miesačná (und nicht wie es auf der Karte heisst Meccassna) und Klokočava. Der Miesačná erhebt sich nämlich viel weiter gegen Südwest als in der Karte angegeben ist,

Digitized by Google

während an der Stelle, wo „Meccasna“ eingezeichnet steht, sich der gar nicht verzeichnete Stekowy befindet. Noch weiter gegen Südwest zwischen Miesačná und dem Rohrbacher Bach erhebt sich der Hostunek, dessen Melaphyrkuppe in Folge der Ungenauigkeit der Karte auf Kosten des Miesačná etwas zu gross ausgefallen zu sein scheint. Erwähnen muss ich auch noch, dass am Westabhang des Hostunek der rothe Sandstein nicht zu Tage tritt, sondern dass der Abhang vom Nummulitenkalk und Sandsteinen gebildet wird, welche sich bis zum Rohrbacher Bach hinab erstrecken. Besonders schön treten die Nummuliten da hervor, wo die Gesteinsoberfläche ein wenig angewittert ist. Auch ist der ganze südwestliche Abhang mit herausgewitterten Nummuliten wie besät und ich sammelte in wenigen Minuten eine ganze Handvoll schön erhaltener Exemplare.

Eine andere Arbeit, die auf diese Gegend Bezug hat, ist die von Ferd. Frh. v. Andrian und K. M. Paul über „die geologischen Verhältnisse der Kleinen Karpathen“ im 14. Bande der Jahrbücher der geologischen Reichsanstalt, in welcher aber in Bezug auf die Melaphyre dieser Gegend nichts Neues gesagt wird, sondern auf eine zu erwartende mikroskopische und chemische Arbeit von Dr. A. Madelung hingewiesen wird, welch letztere aber in Folge des bald darauf eingetretenen Todes Madelungs nicht mehr erscheinen konnte. Wir finden nur einen „vorläufigen Bericht“ über die von ihm gewonnenen Resultate in den Verhandlungen der Jahrbücher der geolog. Reichsanstalt, Sitzung vom 13. September 1864. Es standen dem Verfasser Stücke von zwei Localitäten der kleinen Karpathen zur Verfügung und zwar von Vivrat (also wahrscheinlich vom Kuchelberg und Peterklin) und von Smolenitz und Umgebung. Was die Untersuchung dieser Gesteine anbelangt, äussert sich Verfasser wie folgt: „In keiner der Abänderungen finden sich irgend welche sichtbar ausgeschiedene Krystalle von Hornblende, Augit und ist es daher vorläufig nicht möglich, das fragliche Gestein mit einem andern bekannten zu identificiren, wohl aber können wir über dasselbe das gleiche Urtheil, wie über jene jüngeren Gesteine des Riesengebirges fällen, dass es zu den basischen Gesteinen der Porphyrgruppe mit dem Typus der Melaphyre gehöre.“

Am werthvollsten ist aber jedenfalls dasjenige, was Tschermak über diese Gesteine mittheilt, und zwar finden sich die Resultate seiner Untersuchungen in seinem Werke über „die Porphyr-

Digitized by Google

gesteine Oesterreichs" (S. 232 u. f.) und in der Arbeit „Ueber das Vorkommen von Olivin im Augitporphyr und Melaphyr." Ich werde auf die beiden Arbeiten noch zurückzukommen haben.

In den bisher erwähnten Arbeiten findet sich alles, was bis jetzt über die Melaphyre der kleinen Karpathen mitgetheilt worden ist. Alle diese Arbeiten beschäftigen sich aber nur nebenbei mit den Melaphyren und mit Ausnahme einer von Tschermak mitgetheilten chemischen Analyse eines Melaphyrs vom Fusse des Peterklin, finden wir nirgends eine eingehende mikroskopische oder chemische Analyse der betreffenden Gesteine. Ich hoffe daher, mit der vorliegenden Arbeit einen vielleicht nicht unwillkommenen Beitrag zur Kenntniss der Gesteine der kleinen Karpathen zu liefern.

Es sei mir an dieser Stelle auch erlaubt, Herrn Hofrath Tschermak meinen besonderen Dank auszusprechen, welcher mich auf die eigentlich so wenig gekannten Gesteine aufmerksam machte und mir zur Bearbeitung des von dort gebrachten Materials die Apparate und Laboratorien des mineralogischen und petrographischen Institutes freundlichst zur Verfügung gestellt hat.

Der Zug der Melaphyre setzt, entsprechend dem Gebirgszug von SW. gegen NO. fort und bildet die Kuppen der Berge Peterklin, Hostunek, Miesačná, Stekowy und Klokočava. Einzelne zerstreute, kleinere Partieen finden sich noch weiter nordöstlich am Südfusse der Černá Skala und eine kleinere Kuppe in der entgegengesetzten Richtung am Kuchelberg.

Der Peterklin besteht zum grössten Theil aus Tuffen und ganz eigenthümlichen Gesteinen, die man bisher wohl allgemein für Mandelsteine gehalten und als solche benannt hat, die aber durchaus keine Mandelsteine sind, sondern durch ganz eigenthümliche Kugelgebilde ausgeseichnete Melaphyre, über die ich etwas ausführlicher zu berichten mir zum Schlusse vorbehalte. Diese Gesteine befinden sich übrigens zum grössten Theil schon in einem derart verwitterten Zustande, dass zum Beispiel am NW.-Abhange von dem Muttergestein nur noch hie und da einzelne Brocken erhalten sind, während der ganze Abhang mit den herausgewitterten Kugeln derart besät ist, dass sie den Aufstieg von dieser Seite aus bedeutend erschweren.

Digitized by Google

Das meiste Interesse bietet jedenfalls der Klokočava, welcher acht Kuppen bildend, sich in einer Länge von ungefähr 300 M. von SW. nach NO. hinstreckt, wobei die ersten 6 Kuppen um ein Unbedeutendes zwar, aber immer höher werden, so dass von SW. an gerechnet die sechste die höchste ist, während die letzten zwei wieder etwas niedriger werden.

Hier ist der Zug der Melaphyre nirgends unterbrochen, sondern er setzt über die geringen Einbuchtungen der einzelnen Kuppen hinüber. Ob auch der Melaphyr des Stekowy und der des Miesačná mit dem des Klokočava eine zusammenhängende Partie bildet, konnte ich nicht ermitteln, da die Vegetation eine überaus üppige ist, doch möchte ich es für sehr wahrscheinlich halten, da ich überall nur einzelne, herumliegende Trümmer von rothem Sandstein und nirgends eine grössere anstehende Partie davon entdecken konnte. Die Melaphyrkuppe des Hostunek ist jedoch durch einen, am Fusse des Gebirges zu Tage tretenden schmalen Saum von rothem Sandstein deutlich abgetrennt.

Die Melaphyre der kleinen Karpathen sind, gleich allen andern echten Melaphyren, feinkörnige bis dichte, zuweilen porphyrische Gesteine von schwarzer, grünlicher, röthlicher oder bräunlicher Farbe. Von Gemengtheilen ist es blos der Feldspath, der zuweilen auch schon makroskopisch sichtbar wird, und zwar tritt er besonders dort, wo die Gesteinsoberfläche schon etwas angewittert ist, in Form milchweisser Leisten aus der übrigen dunklen Gesteinsmasse hervor. In frischem Zustande sind die Gesteine compact, sehr zäh und hart, werden bei der Verwitterung jedoch erdig und nehmen ausgesprochen grüne oder ockerige Färbung an.

Pettko unterscheidet drei Varietäten dieser Melaphyre: 1. Dichten Melaphyr von braunrother Farbe; 2. Porphyrischen Melaphyr mit tafelförmigem Feldspath (Labrador); 3. Melaphyrmandelsteine, deren Mandeln meist aus Quarz, selten aus Feldspath (?), häufiger aus Delessit bestehen.

Es bleibt immer eine missliche Sache, Gesteine, die alle Uebergänge zu einander aufweisen, in bestimmt abgegrenzte Gruppen eintheilen zu wollen. Es scheint indess, dass obige Eintheilung einen allzugrossen Werth auf äusserliche Ausbildungsformen legt und auf das Vorwalten und Zurücktreten einzelner Gemengtheile zu wenig Rücksicht nimmt. Ich glaube am richtigsten vorzugehen, wenn ich

Digitized by Google

die Melaphyre der kleinen Karpathen in augitreiche, augitarme und augitfreie Gesteine eintheile, wie dies Dölter für die Melaphyre von Südtirol und nach ihm Bořický für jene von Böhmen gethan haben. Natürlich kann auch diese Eintheilung durchaus keinen Anspruch darauf machen, eine natürliche zu sein, sie hat aber jedenfalls den grossen Vortheil, die am allgemeinsten acceptirte zu sein. Da aber die zu besprechenden Melaphyre ausnahmslos keine Hornblende enthalten und niemals vorwiegend orthoklasführend sind, so muss die schon von Bořický reducirte Eintheilung Dölters für unsere Melaphyre noch weiter reducirt werden und wir werden demnach blos die Reihe der Plagioklasmelaphyre vertreten finden.

Primäre Gemengtheile der Melaphyre der kleinen Karpathen.

Plagioklas bildet in allen von mir untersuchten Gesteinen den vorherrschenden Gemengtheil. Er findet sich von grossen, $^1/_2$ Centimeter langen Krystallen bis herab zu den kleinsten Mikrolithen. Wo die Oberfläche der Melaphyre etwas angewittert ist, treten die grösseren Feldspathkrystalle sehr deutlich und schon von Weitem kenntlich hervor, indem sie in der stets dunkel gefärbten Grundmasse als ganz weisse, wirr durcheinandergelagerte Leisten hervorleuchten. Die Plagioklase sind meist leistenförmig und zeigen u. d. M. je nach der Frische mehr, minder deutlich die polysynthetische Zwillingsstreifung. Hie und da, jedoch äusserst spärlich, finden sich einzelne tafelförmig ausgebildete Krystalle ohne Zwillingsstreifung, es scheinen dieselben aber eher Plagioklasen, die zufällig parallel der Längsfläche geschnitten sind, als Orthoklasen anzugehören. Eine Zwillingsstreifung nach zwei nahezu senkrechten Richtungen, wie sie die Plagioklase mancher Diabase u. a. Gesteine aufweisen, konnte ich nirgends finden.

Was die Umwandlungserscheinungen des Plagioklas anbelangt, so findet er sich vielfach in Calcit umgewandelt, welcher leicht an den scharfen parallelen Rissen, welche seiner vollkommenen Spaltbarkeit entsprechen, erkannt werden kann. Bei manchen Feldspathindividuen tritt diese Zersetzung in der Mitte, bei anderen an den Rändern auf, ohne dass dabei eine bestimmte Gesetzmässigkeit zu gewahren wäre. Die Zersetzung beginnt gewöhnlich damit, dass die Krystalle trüb und rissig werden und die Zwillingsstreifung nur

Digitized by Google

mehr undeutlich erkennen lassen. Bei noch weiterer Zersetzung verliert sich die Zwillingsstreifung ganz und man sieht nur noch ein wirres Aggregat von schwach polarisirenden, noch nicht ganz umgewandelten Feldspathfragmenten und von charakteristischem Calcit. Nicht selten ist auch eine Umwandlung des Plagioklas in grünen Chlorit, welcher in regellosen Streifen und Flecken die auch sonst ganz trüb und rissig gewordenen Krystalle erfüllt. Es scheint diese Umwandlung auf dem Vorhandensein von besonders massenhaft eingeschlossenen Augitmikrolithen zu beruhen. Dabei sind es stets die grössten Krystalle, welche am schnellsten zersetzt werden. An Einschlüssen sind die Feldspathe besonders reich. Glaseinschlüsse, häufig auch in Form negativer Krystalle, Schlackeneinschlüsse, sowie auch solche von Magneteisen sind sehr verbreitet, dagegen konnten Flüssigkeitseinschlüsse nirgends mit voller Sicherheit nachgewiesen werden. In sehr grosser Menge treten aber Einschlüsse von Mikrolithen und hie und da auch zonal angeordnete Einschlüsse von Grundmasse auf. Das Auftreten von Mikrolithen ist ein ganz eigenthümliches. Man findet nämlich sowohl einzeln eingeschlossene Mikrolithen, als auch ganze Gruppen, welche auf einem Klümpchen Grundmasse aufsitzend eine kleine Krystallgruppe bilden, deren einzelne Krystalle spiessig nach allen Richtungen auseinanderlaufen. Alle in den Plagioklasen eingeschlossenen Mikrolithen zeigen dasselbe Aussehen und gehören jedenfalls demselben Minerale an, welches aller Wahrscheinlichkeit nach Augit ist.

Wie schon erwähnt, sind die Plagioklaskrystalle beinahe ausschliesslich leistenförmig, doch findet man selten wirklich ebenflächig begrenzte, gut messbare Individuen, die allermeisten sind verdrückt, gebogen, geknickt oder ganz auseinander gepresst.

Orthoklas neben Plagioklas mit Sicherheit zu bestimmen, ist immer eine schwer durchführbare Sache, denn die fehlende Zwillingsstreifung ist noch durchaus kein genügendes Kriterium, einen Feldspath als zur Classe der Orthoklase gehörig zu bestimmen. Dennoch scheint es mir, dass in manchen Melaphyren, u. zw. beinahe ausschliesslich in den augitreichen Varietäten neben Plagioklas auch Orthoklas, oft in nicht unbedeutender Menge vorhanden ist. Die Gründe, welche diese Annahme sehr wahrscheinlich machen, werde ich bei der Besprechung der betreffenden Gesteine eingehender auseinandersetzen.

Digitized by Google

Augit findet sich, wie schon erwähnt, in sehr wechselnder Menge. In grossen deutlich ausgebildeten Krystallen habe ich denselben, trotzdem eine nicht unbedeutende Anzahl von Schliffen zur Untersuchung gelangte, nur in zwei Gesteinen gefunden, wovon das eine vom NW.-Abhange des Peterklin stammt, das andere habe ich am linken Ufer des Breitenbrunner Baches aufgelesen, dasselbe stammt aller Wahrscheinlichkeit nach vom Fusse des Hostunek.

Gewöhnlich findet sich der Augit in ganz kleinen Körnern, jedoch mit der deutlichen Tendenz zu krystallinischer Begrenzung. Manche Schliffe sind förmlich durchsäet mit diesen Augitkörnern, welche bei gekreuzten Nicols in meist ziemlich grellen bunten Farben aus den übrigen Gemengtheilen hervorleuchten und es ist mir daher wirklich räthselhaft, wie Madelung, der doch die Gesteine mikroskopisch untersucht hat, dieselben übersehen konnte. Wie schon erwähnt, scheinen die zahlreichen Mikrolithen in den Plagioklasen ebenfalls dem Augit anzugehören. Am eigenthümlichsten ist aber das Auftreten des Augit in Form sehr langer, äusserst dünner Säulchen und Nädelchen, von denen bei Besprechung des Apatits ausführlicher die Rede sein soll. Erwähnen will ich nebenbei, dass ich eine ziemlich grosse Anzahl günstiger Augitdurchschnitte untersucht und sehr constant eine Auslöschungsschiefe von 38—41° gefunden habe.

Alle beobachteten Augite sind sehr schwach lichtviolett-bräunlich, bis beinahe ganz farblos oder ganz schwach lichtgrünlich. Sie zeigen stets die für Augit charakteristischen regellosen Sprünge. Im polarisirten Licht erscheinen sie mit grellen, bunten Farben, sonst aber zeigen sie weder Dichroismus, noch Lichtabsorption. Uebrigens findet sich der Augit in kaum einem der Gesteine in ganz frischem Zustande, sondern er hat, wie denn die Gesteine überhaupt alle mehr minder verwittert sind, überall eine, wenn auch minder eingreifende Zersetzung erfahren. Von fremden Einschlüssen konnte ich ausser sehr spärlichen Glaseinschlüssen und einem vereinzelten Einschluss von Olivin nichts constatiren. Eine zonale Umrandung von Magneteisenkörnchen zeigen sehr deutlich einige Augite des schon erwähnten Gesteins vom Fusse des Hostunek. Neben dem Augit scheint in manchen Gesteinen des Peterklin auch noch Bronzit vorhanden zu sein.

Digitized by Google

Olivin fehlt beinahe in keinem der zur Untersuchung gelangten Gesteine, doch findet sich auch in keinem einzigen der Präparate ein frischer Olivinkrystall. In weitaus den meisten der Schliffe zeigt sich der Olivin schon in einem sehr vorgerückten Stadium der Zersetzung und bei vielen ist es kaum mehr möglich, das einstmalige Vorhandensein desselben mit Sicherheit zu constatiren.

Auf das Vorhandensein und die grosse Verbreitung der Olivinpseudomorphosen in den Melaphyren hat zuerst Tschermak (Sitzungsberichte der Akademie, Bd. 52) hingewiesen. Er fand im Thale zwischen dem Rachsturn und Peterklin ein „graues Gestein von höchst feinkörniger Grundmasse, worin weisse, stark zersetzte, bis $^1/_3$ Zoll lange Plagioklaslamellen liegen. Man sieht darin übrigens nicht selten eisenschwarze Körperchen, zuweilen auch grössere bis $^1/_3$ Zoll lange Partien, welche bei genauer Betrachtung wieder eine metallglänzende Rinde und ein erdiges Innere zeigen und die Form des Olivin besitzen. Ein anderes dichtes graugrünes Gestein von splitterigem Bruche ohne Feldspathlamellen aus derselben Gegend zeigt eben solche Pseudomorphosen, doch in geringerer Anzahl. Aus den gesammten Beobachtungen geht hervor, dass die genannten Augitporphyre und Melaphyre in einem früheren Zustande Olivin enthielten, der bei der Umwandlung dieser Gesteine zersetzt wurde, wobei zuweilen die Form erhalten blieb."

Im Dünnschliff beobachtet zeigen sich die Olivine in der mannigfachsten Weise zersetzt. Es ist diese Zersetzung übrigens bis ins Detail dieselbe, wie sie für die Olivine der Basalte charakteristisch ist und wie sie Zirkel in seinen „Untersuchungen über die mikr. Zusammensetzung der Basaltgesteine" so vortrefflich beschrieben hat. Ich kann daher, um nicht schon oft Gesagtes unnöthiger Weise zu wiederholen, nur auf das dort Mitgetheilte verweisen. Auch in den Melaphyren der kleinen Karpathen beginnt die Zersetzung, wie überall, mit einer Serpentinisirung der einzelnen Krystalle an den Rändern und längs den ihn vielfach durchsetzenden mikroskopischen Spalten und Rissen. Bei der weiteren Zersetzung werden sie röthlichgelb, dann rothbraun in den verschiedensten Nuancen. Oft sind sie auch in ein concentrisch schaliges und dabei radial gefasertes Aggregat von grüner oder schmutziggelbbrauner Farbe umgewandelt und sind in diesem Zustande den später zu beschreibenden Zersetzungsproducten der Basis und manchen Man-

Digitized by Google

delbildungen oft so ähnlich, dass es für den ersten Moment schwer ist, sie mit Sicherheit einer bestimmten Classe dieser drei verschiedenen Gebilde zuzuzählen.

Eine Auslaugung der Olivinsubstanz und eine Ausscheidung von Calcit an Stelle desselben, wie sie Bořický in dén Melaphyren Böhmens beobachtete, findet sich auch in manchem unserer Melaphyre, doch scheint dieser Vorgang ein ziemlich seltener gewesen zu sein und konnte blos in ganz wenig Schliffen beobachtet werden.

Apatit findet sich in den dichten augitreichen Varietäten in ziemlicher Menge. In manchen Schliffen zeigt sich das Gestein, bei stärkerer Vergrösserung betrachtet, förmlich durchwebt von ganz dünnen und dabei unverhältnissmässig langen Säulchen, deren Dicke zwischen 0·001 Mm. und 0·004 Mm. schwankt. Man wäre für den ersten Augenblick vielleicht geneigt, alle diese eigenthümlichen Nadeln für Apatit zu halten. Dies ist jedoch sicher nicht der Fall und der grösste Theil dieser Gebilde gehört dem Augit zu. Man bemerkt auch bei einer sorgfältigen Prüfung, dass nur ein geringer Theil dieser Nadeln und Säulchen ganz farblos und wasserhell sind, während der grössere Theil eine ganz schwache, blassgrünliche Farbe besitzt und jedenfalls dem Augit zuzuzählen ist. Uebrigens bestätigt nebst dem mikroskopischen Befund auch die chemische Analyse, welche für die erwähnten Gesteine den zwar nicht ganz unbedeutenden Phosphorsäuregehalt von 0·4 Proc. aufweist, diese Behauptung. Denn während die erwähnten Nadeln und Säulchen nach der minimalsten Schätzung 8—10 Proc. der betreffenden Schliffe ausmachen, beläuft sich der Gehalt an Apatit nach den gewonnenen chemischen Resultaten blos auf 1 Proc. In den augitarmen und augitfreien Gesteinen ist auch der Apatit spärlicher vorhanden und scheint in manchen ganz zu fehlen.

Magnetit ist in den meisten Schliffen sehr reichlich vorhanden, sowohl in Form von deutlichen Oktaëderdurchschnitten, zierlichen Krystallaggregaten, Skeletten und keulenähnlichen Körperchen, als auch in einzelnen rundlichen Körnern, welch letztere wieder zuweilen zonenförmig um die einzelnen Gemengtheile gruppirt sind. Doch gehören nicht alle schwarzen, undurchsichtigen und den beschriebenen Habitus zeigenden Durchschnitte dem Magnetit an, denn beim Kochen der Schliffe mit Salzsäure verschwindet zwar

Digitized by Google

der grösste Theil derselben, doch bleibt auch eine nicht ganz unbedeutende Menge derselben zurück. Da aber die chemische Analyse Titan blos in kaum nachweisbaren Spuren ergab, scheinen die nach dem Aetzen zurückgebliebenen, dem Magneteisen ähnlichen Gebilde wenigstens theilweise dem

Picotit anzugehören, welcher, wie es scheint, in diesen Melaphyren eine ziemliche Verbreitung hat, welcher aber durch das Mikroskop allein von dem Magneteisen nicht zu unterscheiden ist und daher wahrscheinlich vielfach übersehen wurde.

An accessorischen Gemengtheilen sind die Melaphyre der kleinen Karpathen gleich allen anderen äusserst arm und ich konnte demgemäss blos in einem einzigen Falle ein Kryställchen von Biotit endecken, welcher vielleicht hierher gerechnet werden kann.

Secundäre Gemengtheile der Melaphyre der kleinen Karpathen.

Den ersten Platz unter einer Reihe von Mineralen, welche als secundäre Bildungen in den Melaphyren der kleinen Karpathen auftreten, nimmt der

Delessit ein. Derselbe findet sich in grosser Menge in Form von Mandelausfüllungen oder in Pseudomorphosen nach Olivin in allen Melaphyren mit reichlicher Basis, während er in den dichten augitreichen Varietäten nur spärlich auftritt oder auch ganz zu fehlen scheint. Der Delessit ist von grünlichgelber Farbe, meist sehr schön radialfaserig und dabei oft concentrisch-schalig. Im polarisirten Licht zeigt er sehr schöne Aggregat-Polarisation und ist oft stark dichroitisch. Da wo der Delessit in Pseudomorphosen nach Olivin auftritt, erfüllt er die Olivinformen ganz, während er dort, wo er als Ausfüllung der Hohlräume erscheint, meist nur einen breiten Rand bildet, der entweder einen kleinen Hohlraum oder, und zwar häufiger ein wirres Aggregat von Quarzkörnchen oder Partien von Calcit umschliesst, wobei aber Delessit dennoch den stets bei weitem vorwiegenden Antheil ausmacht. Der meiste Delessit scheint jedoch aus der Umwandlung der Basis hervorgegangen zu sein. Mit dieser Ansicht, welche auf zahlreiche in Dünnschliffen beobachtete Uebergänge der einen Substanz in die andere basirt, stimmt auch das Auftreten des Delessit in diesen Gesteinen sehr gut über-

Digitized by Google

ein, indem, wie schon erwähnt wurde, der Delessit nur in den basisreichen Melaphyren in grösserer Menge gefunden wird.

Oft sind diese Partien von Delessit noch von einem dunkelgrünen, dichten, nicht näher bestimmbaren Gebilde umrahmt, welches unter die von Bořický u. A. als „chlorophäit-ähnliches Mineral" angeführten Gebilde zu gehören scheint. Selbstständig, Blasenräume erfüllend oder als Umwandlungsproduct anderer Gemengtheile findet er sich nur äusserst spärlich.

Calcit findet sich vielfach in Mandeln und in Form von Pseudomorphosen nach verschiedenen Gemengtheilen, besonders aber als Umwandlungsproduct nach dem Feldspath.

Hämatit und Limonit erscheinen beinahe in allen Melaphyren als Umwandlungsproducte nach dem Magneteisen oder dem Olivin. Die Verbreitung dieser Gebilde lässt sich nur bei auffallendem Lichte in ihrem ganzen Umfange erkennen.

Endlich findet sich in gewissen Gesteinen die Kieselerde als eine hornsteinartige Substanz in Form von Kügelchen, diese Gesteine scheinen auch stellenweise förmlich von dieser Substanz imprägnirt zu sein.

Mikrostructur der Melaphyre.

Wie schon öfter erwähnt wurde, ist das Verhältniss zwischen Basis und den darin ausgeschiedenen krystallinischen Gemengtheilen ein sehr wechselndes. Wir finden Gesteine mit sehr reicher Basis, während in anderen kaum mehr eine Spur von einer irgendwie beschaffenen Basis nachweisbar ist. Die Basis selbst ist verschieden ausgebildet. Am häufigsten ist die von Zirkel als „körnchenführende Glassubtsanz" bezeichnete. Die Körnchen sind meist ganz dunkelschwarz und derart gehäuft, dass sie an Stellen, wo die Schliffe nicht die äusserste Dünne erreicht haben, als tiefschwarze, gänzlich undurchsichtige Partien erscheinen, von denen sich die übrigen Gemengtheile mit Ausnahme des ebenfalls tiefschwarzen Magnetits, der nur an den dünnsten Stellen von der Basis unterschieden werden kann, deutlich abheben. Ausser dieser befindet sich nicht selten die von Zirkel als „ganz entglaste" oder als „felsitisch" bezeichnete Basis, und zwar findet sich dieselbe, dem allgemeinen Erhaltungszustand der Gesteine entsprechend, meist in den bekannten Umwandlungsstadien. Diese Art von Basis scheint es hauptsächlich zu sein, welche Umwandlungsproducte liefert, die jenen der

Digitized by Google

Digitized by Google

und das weiter oben erwähnte Auftreten des Feldspath scheint mir zu beweisen, dass das wirkliche Auftreten des Augit kein durchaus wesentliches Moment für die Erkennung eines Gesteins als Melaphyr ist und nur bedingt zu sein scheint durch rein zufällige Verhältnisse, welche bei der Erstarrung der Gesteine vorhanden waren.

Wie bei den Basalten, so ist auch bei den Melaphyren die mikroskopische Structur meist eine ganz richtungslose, doch gibt es nicht selten Stellen, die eine sehr deutliche Mikrofluctuationsstructur erkennen lassen.

Wenn man sich das bisher über die Melaphyre Gesagte vergegenwärtigt und die vielfachen Analogien, welche dieselben mit den Basalten aufweisen, erkannt hat, scheint alles darauf hinzuweisen, was Tschermak schon gelegentlich seiner Arbeit über das Auftreten des Olivin in Melaphyr und Augitporphyr gesagt hat, dass Augitporphyre und Melaphyre nur veränderte Basalte, Dolerite, Andesite seien.

Unter den Melaphyren der kleinen Karpathen lassen sich nach dem makroskopischen Habitus sehr deutlich vier respective fünf Varietäten unterscheiden. Dieselben sind durch folgende Merkmale charakterisirt:

1. Sehr feinkörnige violette Gesteine, die weder mit freiem Auge noch mit der Lupe irgendwelche Gemengtheile deutlich erkennen lassen.
2. Lichtgraue Gesteine mit schwach grünlichem Stich, dieselben lassen schon mit freiem Auge, jedoch nur undeutlich weisse Leistchen von Feldspath und dunkle Körner von Augit erkennen.
3. Dunkelgraugrüne Gesteine, in ganz frischem Zustand, mehr bläulich, sehr compact und zäh. Sie lassen schon mit freiem Auge einzelne ölgrüne oder rostrothe Flecke, welche umgewandelten Olivinen angehören, sowie einzelne wenige Kryställchen von Augit erkennen.
4. Porphyrische Gesteine von dunkler oder etwas lichter graugrüner Grundmasse, in welcher Leisten und Tafeln von Feldspath bis über 2 Centim. Länge eingesprengt sind.
5. Verschiedene Varietäten von Mandelsteinen.

Die Gesteine der kleinen-Karpathen lassen sich allenthalben zwanglos in eine dieser Typen einreihen und ist diese Eintheilung deshalb von einigem praktischen Werth, weil sich bei der mikros-

Digitized by Google

kopischen Untersuchung zwischen der mineralogischen Zusammensetzung und dem makroskopischen Habitus mit nur sehr wenigen Ausnahmen eine sehr gute Uebereinstimmung zeigt, indem die unter 1 und 2 zusammengefassten Gesteine die augitreichsten, die unter 3 die augitärmeren und die unter 4 die ganz augitfreien Glieder umfassen.

I. Typus. Einige der zum ersten Typus gehörigen augitreichsten Gesteine sind:

Ein Gestein vom Klokočava. Dasselbe stammt von der sechsten Kuppe dieses Berges, ist makroskopisch sehr dunkel, wird aber im Dünnschliff lichtgrünlich und zeigt u. d. M. betrachtet ein sehr kleinkörniges Gemenge von vorwiegendem Feldspath und Augit. Der Feldspath dieses Gesteins ist zum überwiegenden Theil ein Plagioklas in Form von trüben, selten über 0·01 breiten langgestreckten Leisten.

Augit führt dieses Gestein in grosser Menge und derselbe erreicht hier die Höhe von wenigstens 20 Proc. der Gesammtmasse. Er findet sich hier in rundlichen oder eckigen, die Augitformen mehr oder minder roh nachahmenden Körnern, welche nirgends über 0·1 Mm. gross werden. Er hat eine deutlich grünliche oder gelblichgrüne Farbe.

Olivin findet sich hier niemals in ganz frischem Zustande. Er erscheint im Dünnschliff, mit freiem Auge betrachtet, als lichte weisse Flecken, welche sich deutlich genug von der sie umgebenden lichtgrünen Masse abheben. Unter dem Mikroskop zeigen die Flecken oft noch ganz deutlich die Formen des Olivin, doch findet sich von letzterem in Wirklichkeit keine Spur mehr, sondern es tritt ein eigenthümlich regelmässig zerklüftetes Gewirr von Calcit und von feinen Quarzkörnchen auf, welches überall einen grünen, stark dichroitischen, serpentinartigen Kern umschliesst. An einer Stelle sieht man auch eine Infiltrationsspalte durch den ganzen Schliff hindurchsetzen, welche ganz der von Zirkel gegebenen Beschreibung der in gewissen Basalten vorkommenden Spältchen entspricht. Dieselben sind mit einer Substanz erfüllt, die mit dem serpentinartigen Umwandlungsproducte des Olivin übereinzustimmen scheint. Diese Materie hat sich oft längs der Wände jener Spältchen in überaus zarten, etwas von einander abweichend gefärbten Schichten abgesetzt, welche fein gewellt und gekräuselt sind.

Digitized by Google

Apatit sowohl als Magneteisen, welch letzteres nur in einzelnen Krystalldurchschnitten oder in Körnern auftritt, sind nur sehr spärlich vorhanden. Neben den gut erkennbaren und wohl unterscheidbaren Gemengtheilen finden sich in nicht unbedeutender Menge lichtschmutziggrüne, dichte, schwach dichroitische Partien, welche gleichmässig durch das ganze Gestein vertheilt, überall dieselbe Farbe und dasselbe optische Verhalten zeigen und stets ohne regelmässige Begrenzung in Form von regellosen Fetzen auftreten, deren wahre mineralogische Natur zu ergründen nicht möglich war und welche wahrscheinlich am besten den chlorophäitähnlichen Gebilden zuzuzählen sind und welche, nach ihrem ganzen Auftreten in dem Gestein zu urtheilen, einer gänzlich umgewandelten Basis anzugehören scheinen.

Makroskopisch sowohl, als in Bezug auf den hohen Augitgehalt dem beschriebenrn ähnlich ist ein

Gestein vom Peterklin. Neben dem Plagioklas scheint in diesem Gestein Orthoklas reichlich vertreten zu sein. Es kommen nämlich neben den Plagioklasleistchen verhältnissmässig viel grössere (bis zu ungefähr 0·2 □Mm. grosse) unregelmässig begrenzte, meist mehr rundliche Partien vor, welche absolut wasserklar sind und mit Ausnahme der stets in ihnen auftretenden Apatitsäulchen, keine fremden Einschlüsse enthalten, und welche man, im gewöhnlichen Licht betrachtet, leicht für eine rein glasige Basis halten könnte, welche aber im polarisirten Licht sich als stark doppelbrechend erweisen und dem Orthoklas anzugehören scheinen. Allerdings ist es trotz diesen Unterschieden schwer, die ganze Verbreitung des Orthoklas richtig zu erkennen. Doch weisen die eben beschriebenen Partien von den sonstigen in diesen Gesteinen vorkommenden Plagioklasen eine in jeder Beziehung so abweichende Beschaffenheit auf, dass man wohl kaum beiderlei Gebilde als identisch annehmen kann, und thut man das nicht, so kann man die erwähnten Partien kaum für etwas anderes als Orthoklas halten. Aus den eben angeführten Gründen halte ich auch die spärlichen, mehr tafelförmig ausgebildeten, sonst aber ganz den Habitus der Plagioklasleistchen zeigenden Feldspathkrystalle ohne jede Zwillingsstreifung, für zufällige, der Längsfläche parallele Schnitte von Plagioklas und nicht für Orthoklas.

Digitized by Google

Am besten erkennt man die Verbreitung des Orthoklas wohl dort, wo die Plagioklasleistchen in Folge beginnender Zersetzung schon etwas trüb geworden sind, denn dort treten die noch immer wasserklaren Orthoklaspartien besser hervor. Augit ist auch in diesem Gestein noch mit mindestens 20 Procent vertreten, und zwar findet er sich in Körnern, die selten über ein Zehntel Millimeter, gewöhnlich aber nur 0·04 bis 0·06 Millimeter betragen. Besonders dieses Gestein ist es, welches von den dünnen, langen, blassgrünlichen Augitnadeln und den farblosen, wasserklaren Apatitsäulchen förmlich durchwebt erscheint. Von Olivin ist in dem Gestein keine Spur zu entdecken.

Das Magneteisen ist, wie es sich u. d. M. zeigt, schon einer beginnenden Zersetzung anheimgefallen. Man sieht nämlich im Schliff nur selten ein scharf begrenztes Magneteisenkorn, weitaus die meisten sind von einem rothbraunen Hof umgeben, der gegen die Ränder hin allmälig verschwimmt. Die eben erwähnten scharf begrenzten Körner scheinen aber wenigstens theilweise dem Picotit anzugehören, denn während alle anderen dem Magneteisen angehörigen Gebilde beim Kochen des Schliffes mit Salzsäure verschwanden, blieben die scharf contourirten Partien selbst nach längerem Kochen wenigstens theilweise vollkommen im Schliff erhalten.

Ausser den erwähnten Mineralen betheiligt sich noch in nicht unbedeutender Menge eine grüne, oft fein gefasert aussehende Substanz an der Zusammensetzung dieses Gesteins. Dieselbe zeigt eine der Faserung parallele und senkrechte Auslöschungsrichtung und scheint analog den ähnlichen Bildungen, die Bořický in einem porphyrartigen Melaphyr von Ilmenau in Thüringen beschrieb, dem Bronzit anzugehören.

Würde dieses Gestein allein für sich untersucht worden sein, so würde dasselbe wohl jeder für einen geradezu typischen Diabas gehalten haben und nur durch seine ganz zweifellose geologische Zugehörigkeit zu den echten Melaphyren der kleinen Karpathen kann man dahin gelangen, dasselbe zwischen die Melaphyre einzu reihen.

Zu den an Augit sehr reichen Melaphyren scheint ein

Gestein vom Nordwestabhang des Peterklin zu gehören. Dasselbe ist verhältnissmässig reich an Orthoklas. Der Augit findet sich hier in grossen Krystallen; einer derselben erwies sich

Digitized by Google

als ein sehr schöner polysynthetischer Zwilling. Derselbe ist aus vier Lamellen zusammengesetzt, deren erste und dritte, sowie zweite und vierte je die gleiche optische Orientirung zeigt. Im Allgemeinen ist das Gestein dem früher beschriebenen diabasähnlichen Gestein vom Peterklin ähnlich, nur dass letzteres den Augit nicht in grossen Krystallen, sondern in Körnern enthält. Erwähnenswerth ist es noch, was bei keinem zweiten Gestein beobachtet werden konnte, dass der Apatit hier in ungewöhnlich grossen und dicken Säulen auftritt, deren Querschnitte einen Durchmesser bis zu fast 0·1 Mm. haben, während derselbe meist wohl kaum 0·006 bis 0·008 Mm. übersteigt. Auch hier findet sich das bronzitartige Mineral in ziemlich grosser Menge.

II. Typus. Die Gesteine des zweiten Typus scheinen ziemlich selten zu sein, wie denn überhaupt ganz lichte Farben mehr den saueren als den stark basischen Gesteinen entsprechen. Ein hierher gehöriges Gestein stammt aus dem Gebiet der Černa Skala.

Bei der mikroskopischen Untersuchung dieses Gesteins fällt zuerst der Feldspath in die Augen. Derselbe erscheint hier in den erwähnten schon mit freiem Auge sichtbaren Leisten und Tafeln, bis hinab zu den ganz kleinen, nur einige hundertstel Millimeter langen Kryställchen. Der Feldspath dieses Gesteins ist schon grösstentheils ganz trüb und stark zersetzt und ist es daher nicht gut möglich, immer genau zu unterscheiden, was Plagioklas, was Orthoklas sei, doch scheint neben dem Plagioklas auch etwas Orthoklas vorhanden zu sein. Der Augit, dessen Menge hier nach beiläufiger Schätzung mindestens 20 Procent beträgt, erscheint in den schon vielfach beschriebenen Körnern und in einzelnen wenigen grösseren Krystallen. Der Augit bildet hier unter allen Gemengtheilen den am besten erhaltenen, nichtsdestoweniger findet man an Stellen, wo sich die Augitkörner besonders häufen, dass die an den Rändern liegenden Körner trübgrünlichgelb werden, dabei verlieren sie ihr charakteristisches Aussehen sowie ihre Form und werden schliesslich erdige Fetzen von regelloser Gestalt, welche den chlorophäitartigen Substanzen ähnlich, doch von denselben leicht unterschieden werden können, von den ähnlichen Umwandlungsproducten des Olivin sind sie oft kaum zu unterscheiden, doch zeigen sie niemals eine Faserstructur, was bei ersteren stets der Fall ist. Olivin ist in dem Gestein in schönen grossen Krystallen

Digitized by Google

vorhanden gewesen, dieselben sind aber gänzlich in delessitartige Gebilde umgewandelt. Von frischem Olivin ist nicht die geringste Spur mehr vorhanden. Magneteisen führt dieses Gestein nur äusserst spärlich, und zwar nur in wohlerhaltenen Krystalldurchschnitten. Uebrigens ist es möglich, dass ein Theil der Körner dem Picotit angehört.

III. Typus. Die Gesteine des dritten Typus sind sehr dunkle, graugrüne Gesteine. Die makroskopisch ziemlich gleich aussehenden Handstücke zeigen bei der mikroskopischen Untersuchung zweierlei Varietäten. Die eine ist äusserst feinkörnig, so dass die einzelnen Gemengtheile erst bei 300facher Vergrösserung genau unterschieden werden können, und enthält den Augit blos in ganz winzigen Körnchen, die die Grösse von 0·007 Mm. nicht übersteigen.

Die zweite Varietät ist etwas weniger feinkörnig und enthält den Augit in grossen bis beinahe 2 Mm. langen Krystallen. U. d. M. erweisen sich die Gesteine der ersten Varietät als den angitreichen Gesteinen des ersten Typus sehr ähnlich, nur sind sie viel feinkörniger und etwas ärmer an Augit.

Ein typisches Gestein der zweiten Varietät ist ein

Gestein vom Fusse des Hostunek. Man sieht in dem Gestein mit freiem Auge eigenthümliche rothbraune Partien, welche sich mit einer Messerspitze leicht schaben lassen und welche den von Tschermak beobachteten Pseudomorphosen von Olivin angehören. Ausser diesen sieht man noch kleine glänzend schwarze Kryställchen von Augit, jedoch letztere nur sehr spärlich. Im Dünnschliff zeigt das Gestein eine lichtgraulichgrüne Grundmasse, in welcher sich bis über 2 Mm. grosse dunkelgrüne und braune Partien abheben, von denen noch später die Rede sein soll. Unter dem Mikroskop fällt vor allem der Plagioklas in die Augen. Derselbe macht weitaus den grössten Theil aller Gemengtheile aus und bildet ein wirr durcheinander liegendes Haufwerk von dünnen, langen, selten über 0·01 Mm. breiten Leisten von meist undeutlicher Zwillingsstreifung. Orthoklas ist ebenfalls in geringer Menge vorhanden. Nebst dem Plagioklas ist es aber vor Allem der Augit, welcher für dieses Gestein charakteristisch ist.

Der Augit findet sich in grossen, bis beinahe 2 Mm. langen Krystallen, welche im Dünnschliff schon mit freiem Auge leicht erkannt werden können. U. d. M. betrachtet erscheint er beinahe ganz farblos, meist regelmässig begrenzt und von einer dicken,

Digitized by Google

schmutzig graubraunen Verwitterungsrinde umgeben. Diese ganz grossen Augitdurchschnitte sind übrigens in diesem Gestein nur spärlich vertreten. So konnte ich z. B. in einem Dünnschliff von 18 □Mm. Fläche deren ungefähr 12 zählen. Neben diesen kommen auch noch, jedoch äusserst spärlich, die vielfach erwähnten Körner von Augit vor. Auch die langen grünlichen Nadeln von Augit fehlen nicht, doch sind sie in diesem Gestein nur in geringer Menge vorhanden. Im Ganzen übersteigt der Gehalt an Augit in diesem Gestein wohl kaum 10 Proc.

Neben den frischen, klaren Augiten kommen in diesem Gestein auch solche in den verschiedensten Stadien der Zersetzung, sowie gänzlich umgewandelte vor. Für diese ist zu bemerken, dass dieselben stets an erkennbaren Rissen und Spalten des Gesteins getroffen werden, wodurch ihre raschere Zersetzung befördert wurde.

Magneteisen und die Verwandten sind in diesem Gestein nur spärlich und blos in Form mehr minder regelmässiger Krystalldurchschnitte vertreten. Eine zonale Umrandung der einzelnen Gemengtheile durch Magneteisenkörnchen kommt hier nicht vor, ebensowenig erscheint das Magneteisen in Form der bekannten, zierlichen Krystallskelette, dendritischen Formen oder Keulchen. Olivin findet sich hier in einem schon ziemlich weit vorgerückten Stadium der Zersetzung und ist selbst als solcher nur spärlich vorhanden. Ueber das makroskopische Verhalten dieser Olivinpseudomorphosen habe ich schon Erwähnung gethan. U. d. M. erscheinen sie als meist abgerundete, nur selten noch deutlich die Olivinformen zeigende Partien, deren innerer Theil ein dichtes, dunkelgrünes, dem Delessit angehöriges Gebilde ist; umgeben und auch in vielfachen Adern durchzogen ist dieser Kern von bei durchfallendem Licht ganz schwarz und undurchsichtig erscheinenden, bei auffallendem Licht aber rostrothen Partien, welche den ausgeschiedenen Eisenverbindungen angehören. Seltener sind rothbraune, stark dichroitische Umwandlungsproducte, die bei oberflächlicher Betrachtung leicht mit Biotit verwechselt werden könnten, welche aber, wenn man die verschiedenen Phasen der Zersetzung des Olivin verfolgt, leicht als dessen Umwandlungsproducte erkannt werden können. Oft erscheinen beiderlei Arten der Umwandlung combinirt, indem um einen dunkelgrünen Kern ein breiter schwarzer, gänzlich undurchsichtiger Rand erscheint, welcher wieder einen schmalen

Digitized by Google

Streifen oder auch einzelne Flecke der rothbraunen dichroitischen Partie in sich eingeschlossen hat.

Apatit findet sich in verhältnissmässig grosser Menge, doch lässt sich seine Verbreitung nicht mit genügender Genauigkeit verfolgen, da die feinen Nädelchen oft von solchen, die dem Augit angehören dürften, nicht zu unterscheiden sind.

Wie es bei dem nicht unbedeutenden Gehalt an Augit nicht anders zu erwarten war, enthält das Gestein nur eine äusserst spärliche und erst bei starker Vergrösserung und grosser Aufmerksamkeit auffindbare zwischengedrängte Basis, über die sich eben ihrer Spärlichkeit halber nichts besonderes sagen lässt.

In einem der Schliffe dieses Gesteins findet sich eine Partie von Biotit in der Grösse von ungefähr 0·3 Mm. Dieselbe ist in der Mitte ganz frisch, an den Rändern jedoch von einer lichtgrün gefärbten Zersetzungsrinde umgeben. Es scheint dieses Vorkommen von Biotit übrigens nur ein ganz vereinzeltes zu sein, denn ausser dieser ganz kleinen Partie konnte ich nirgends mehr etwas ähnliches entdecken.

IV. Typus. Diese Gesteine, d. i. die porphyrischen, meist gänzlich augitfreien Melaphyre bilden die weitaus grösste Menge der Gesteine in den kleinen Karpathen. Die Ausbildung dieser Gesteine kann übrigens eine etwas variable sein, indem die porphyrisch eingesprengten Feldspathkrystalle bald in so grosser Anzahl vorhanden sind, dass sie den grössten Theil des Gesteins ausmachen, bald wieder nur ganz vereinzelt auftreten. Bei der mikroskopischen Analyse erweisen sich die Gesteine beinahe ausnahmslos gänzlich augitfrei und sehr reich an einer nichtindividualisirten Basis. Die Gesteine dieses Typus neigen alle sehr zur Mandelbildung und enthalten fast alle, wenn sie auch nicht eigentlich als Mandelsteine aufgefasst werden können, einzelne Mandeln von Calcit, Hornstein, Delessit u. A., was bei den augitreichen Gesteinen nie der Fall ist. Es scheint zwischen der Ausbildung der Gesteine als augitreiche oder augitarme Melaphyre und der Neigung zur Mandelbildung ein inniger Zusammenhang zu bestehen, denn es wurde bis jetzt bei allen Melaphyrvorkommnissen dieselbe Beobachtung gemacht, dass blos die basisreichen Gesteine zur Mandelbildung neigen. U. z. scheint es nicht unbegründet, diesen Zusammenhang auf Vorgänge bei der Erstarrung zurückzuführen. Es

Digitized by Google

werden nämlich dort, wo die Gesteine nach der Eruption rasch erstarrt sind, einerseits sich nicht alle Gemengtheile krystallinisch ausgeschieden haben, sondern sie werden als Residuum ursprünglichen Magmas in Form der nicht individualisirten Basis zurückgeblieben sein, andererseits aber werden die sich reichlich entwickelnden Dampf- und Gasblasen nicht Zeit genug gehabt haben, sich zu befreien, sondern sie werden in dem rasch erstarrten Gestein mit eingeschlossen worden sein und so Anlass zu späterer Mandelbildung gegeben haben; während anderseits bei einer sehr langsamen Erstarrung das ganze ursprüngliche Magma Zeit genug gehabt haben mag, um sich krystallinisch auszubilden, und wir werden blos eine geringe oder oft gar keine Basis vorfinden. Auch die Blasen werden Zeit genug gehabt haben, sich langsam den Weg durch das lange Zeit flüssig erhaltene Magma zu bahnen und somit dem Gestein die Bedingung einer späteren Mandelbildung genommen haben.

Eines der basisreichsten ist ein

Gestein von der dritten Kuppe des Klokočava. Im Handstück ist dasselbe kaum von dem augitreichen Gestein des Peterklin zu unterscheiden. Nur dort, wo das Gestein an der Oberfläche etwas stärker verwittert ist, zeigt sich ein Unterschied, welcher darin besteht, dass das Gestein von Klokočava an den angewitterten Stellen schon mit freiem Auge kleine weisse Feldspathleistchen erkennen lässt, was bei dem Gestein vom Peterklin nicht der Fall ist, auch gewahrt man im ersteren schon mit freiem Auge dunkelgefärbte, sehr harte Kugeln bis über $^1/_2$ Centim. Durchmesser, von denen noch ausführlicher die Rede sein soll. Aehnliche Gebilde scheinen es gewesen zu sein, welche Bořický in einem Mealphyr von Liebenau bei Reichenberg beobachtet hat. U. d. M. erweist sich das Gestein zum grössten Theil aus Plagioklas bestehend. Derselbe erscheint hier in bis zu 3 Mm. langen Leisten, welche ziemlich frich sind und eine ganz ausgezeichnete Zwillingsstreifung zeigen. Ich habe versucht, eine grössere Anzahl von Zwillingskrystallen in Bezug auf ihre Auslöschung zu untersuchen und meist Zahlen gefunden die zwischen 19° und 35° liegen (Winkel der Auslöschungsrichtung mit der Zwillingsgränze). Diese Zahlen verweisen auf einen ziemlich basischen Feldspath. Neben den grossen, gut ausgebildeten Krystallen finden sich noch allenthalben ausge-

Digitized by Google

zeichnet schöne Krystallskelette von Plagioklas in den charakteristischen, buchstabenähnlichen Formen. Orthoklas fehlt diesem Gestein gänzlich.

Magneteisen findet sich hier in reichlicher Menge, und zwar erscheint er hier sowohl in einzelnen Krystalldurchschnitten, als auch, und zwar dies zum grössten Theil, in Form der allerschönsten Krystallskelette. Zum grossen Theil ist das Magneteisen noch ganz frisch und zeigt u. d. M. bei auffallendem Licht den eigenthümlich bläulichen Schimmer, zum Theil ist es aber von einem rothbraunen Hof von Eisenoxydhydrat umgeben oder auch ganz dazu umgewandelt. An Basis ist dieses Gestein, wie schon erwähnt, besonders reich, und zwar erscheint sie hier in Form der von Zirkel als ganz entglasten Basis bezeichneten. Dieselbe erscheint bei durchfallendem Licht als ein nicht näher definirbares, wirres Haufwerk von dunklen Körnchen, Fäserchen etc., worin sehr viel Magneteisen ausgeschieden liegt, während sie bei durchfallendem Licht als eine flockige, bräunlichgelbe Masse erscheint.

Zu erwähnen sind noch ganz eigenthümliche Gebilde, welche Umwandlungsproducte aus dem Olivin, von dem sonst keine Spur mehr zu sehen ist, zu sein scheinen, deren Ursprung aber mit Sicherheit kaum nachweisbar wäre. Diese Gebilde bestehen aus einem siebförmig durchlöcherten Aggregat von Calcit, in welchem die Löcher mit einer schwach röthlichen Masse erfüllt sind, welche wahrscheinlich amorphe Kieselsäure ist. Stellenweise erscheint das Sieb wie durchrissen und es treten grössere Partien von amorpher Substanz auf, welche dann gänzlich farblos erscheint. Eine der grössten Eigenthümlichkeiten dieses Gesteins ist, dass es nicht nur grössere Kugeln einer hornsteinähnlichen Substanz enthält, sondern dass das ganze Gestein förmlich davon imprägnirt erscheint. Dabei hat diese Substanz überall die deutliche Tendenz, sich kugelförmig zu gestalten.

Olivin scheint reichlich vorhanden gewesen zu sein, während nichts in dem Gestein auf die einstige Anwesenheit des Augit hinweist.

Aehnlich diesem ist ein

Gestein vom Nordabhang des Hostunek. Makroskopisch zeigt dasselbe einen porphyrartigen Habitus, indem man in einer ganz dichten, dunkelbraunrothen Grundmasse bis über

Digitized by Google

$^1/_2$ Centim. lange, lichtgrüngefärbte Feldspathleistchen eingelagert sieht. Ausserdem gewahrt man grössere und kleinere, aus Calcit oder einer hornsteinähnlichen Substanz bestehende Mandeln im Gestein vertheilt. U. d. M. erweist sich die Grundmasse als zum grössten Theil aus Plagioklasleistchen bestehend, welche in einer reichlichen, entglasten Basis eingebettet liegen, neben diesen finden sich noch Olivinpseudomorphosen in grosser Menge. Alles Magneteisen ist hier schon gänzlich zersetzt und erscheint die ganze Basis davon bei auffallendem Licht blutroth gefärbt.

Ein Gestein vom Nordabhange des Peterklin zeigt ebenfalls porphyrischen Habitus, indem in einer mikrokrystallinen Grundmasse grössere Krystalle von Feldspath und Olivin eingebettet liegen. Die Grundmasse besteht auch hier zum grössten Theil aus Plagioklasleistchen, Magneteisen ist reichlich und zum grössten Theil noch in ganz frischem Zustande vorhanden. Neben diesen ist noch etwas Apatit und Spuren einer amorphen Basis vorhanden. Von den porphyrisch eingesprengten Mineralen ist der Feldspath schon ganz trüb und zersetzt und scheint wenigstens theilweise Orthoklas gewesen zu sein. Interessant ist der Olivin, der unter allen zur Untersuchung gelangten Melaphyren der kleinen Karpathen in diesem Gestein am besten erhalten ist. Es findet sich hier in bis zu 1 Mm. grossen, deutlich die Olivinformen zeigenden Krystallen, welche von braunen Adern und Sprüngen durchzogen sind, gegen den Rand hin sind sie in eine grüne, Aggregatpolarisation zeigende Substanz umgewandelt, während im Innern noch ein frischer, fast farbloser Kern steckt.

V. Typus. Den fünften Typus endlich bilden die verschiedenen Arten von Mandelsteinen. Makroskopisch zeigen dieselben einen ziemlich verschiedenen Habitus, indem in einer dunkelgrünlich schwarzen oder röthlichvioletten Grundmasse in ungeheuerer Anzahl kleine, kaum über 1 bis 2 Mm. grosse Mandeln von Calcit, Delessit u. A. eingelagert sind, oder die Mandeln sind nur in geringerer Anzahl vorhanden aber bedeutend grösser und erreichen oftmals die Grösse einer Nuss. Während die kleinen Mandeln mit dem Gestein fest zusammenhängen, lassen sich die grossen leicht aus dem Gestein heraus lösen oder fallen schon beim Zerschlagen des Gesteins heraus.

Als zu den Mandelsteinen der ersten Art gehörig erwies sich ein

Digitized by Google

Gestein von Klokočava, welches der Sammlung des Petrographischen-Institutes entnommen ist und von Herrn Hofrath Tschermak gelegentlich seiner Reise in die kleinen Karpathen mitgebracht wurde. Dasselbe zeigt eine ganz dunkelschwarze Grundmasse, in welcher in sehr grosser Anzahl dunkelgrüne Mandeln eingelagert sind, welche von einem dünnen, hellen Saum umgeben sind. Hie und da gewahrt man auch einzelne grössere Feldspathkrystalle, sowie dicke Adern von Quarz. Am Klokočava selbst kann man diese milchweissen oder rosenrothen Quarzadern oft mehrere Hundert Schritte weit verfolgen. U. d. M. zeigt das Gestein eine reichliche Basis, die lediglich aus sehr feinen, dunkelschwarzen Körnchen zu bestehen scheint, dieselbe erscheint dort, wo der Schliff nicht die grösste Dünne erreicht, als vollkommen schwarz und undurchsichtig. Plagioklas bildet den vorwiegenden Gemengtheil und ist noch in ganz frischem Zustande vorhanden. Olivin war ebenfalls reichlich vorhanden, er ist jedoch schon stark zersetzt, doch findet man in grosser Anzahl sehr schöne, genau die Olivinformen zeigende Pseudomorphosen danach. Sehr reich ist das Gestein, wie erwähnt, an Mandeln. Dieselben sind von den sonst ganz ähnlichen Umwandlungsproducten der Basis leicht an der eigenthümlichen Schlackenrinde zu erkennen, welche sie umgibt und welche den Umwandlungsproducten der Basis natürlich immer fehlt. Auf die Schlackenrinde folgt meistens eine ganz dünne Auskleidung von Quarz, welche den Umwandlungsproducten der Basis immer fehlt, und darauf erst die grüne, radialfaserige, delessitische Substanz, dieselbe erfüllt jedoch nur in seltenen Fällen den ganzen übrigen Raum, sondern sie umschliesst in den meisten Fällen einen Kern von Quarz oder eines nicht genau bestimmbaren Minerals, von welchem noch die Rede sein soll.

Schliesslich sei noch ein

Gestein von der dritten Kuppe des Klokočava erwähnt, welches den eben beschriebenen Gesteinen ebenfalls ganz ähnlich, nur ein weiter vorgerücktes Stadium der Verwitterung zu bezeichnen scheint. Der Feldspath erscheint schon stark angegriffen, stellenweise ganz trüb und von grünen Adern einer chloritartigen Substanz durchzogen. Die Contouren der Olivinpseudomorphosen sind schon ganz verwischt, während die Basis wahrscheinlich von dem ebenfalls ganz zersetzten Magneteisen, von dem sonst keine

Digitized by Google

Spur mehr zu sehen, braungelb gefärbt erscheint und mehr einer flockigen und erdigen Substanz als einer gekörnelten Basis, aus der sie jedenfalls hervorgegangen, gleicht. Noch eine Eigenthümlichkeit dieses Gesteins, auf welche ich schon bei der Beschreibung des Gesteins vom Klokočava hinwies, muss ich erwähnen. Man sieht nämlich in den grünen formlosen Umwandlungsproducten des Olivin, respective der Basis den innersten Kern entweder aus Quarz oder aus einem eigenthümlichen, schwach lichtbräunlichen, bis farblosen stark doppelbrechenden Mineral gebildet, welches entweder als ein Haufwerk von Körnern oder in eigenthümlichen, fächerförmigen Aggregaten auftritt. Dasselbe zeigt eine schwache Spur von Dichroismus und dürfte vielleicht secundärer Epidot sein, doch lässt sich seine mineralogische Natur mit Sicherheit nicht bestimmen. Nur selten füllt er die Hohlräume für sich allein aus, sondern ist meist noch mit etwas Quarz vergesellschaftet.

Zum Schlusse muss ich noch eines ganz eigenthümlichen Gesteins Erwähnung thun, welches nur dem Peterklin eigen, am Aufbau desselben den grössten Antheil nimmt. Steigt man nämlich von der Spitze des Peterklin auf der Westseite herab, so bemerkt man, dass das an der Spitze noch ganz frische, graue oder violette und an frischer Bruchfläche glänzende Gestein anfängt zu verwittern, das Gestein verliert dabei zuerst allen Glanz und erhält immer mehr eine ausgesprochen rostrothe Färbung, dabei findet man, wenn man grössere Blöcke zerschlägt, dass sich im Gestein hie und da einzelne Wülste zeigen, die, je weiter man abwärts steigt immer an Zahl zunehmen und immer mehr die Tendenz verathen, sich gänzlich kugelförmig zu gestalten, bis man als Endproduct dieser eigenthümlichen Art von Verwitterung ein ganz rostbraunes, stark zersetztes Gestein findet, welches in ungeheuerer Anzahl meist etwas dunkler gefärbte Kugeln im Durchmesser von 2—3 Mm. bis nahezu 3 Centim. enthält. Sehr oft sind 2 oder mehrere solche Kugeln zusammengewachsen, so dass ein unregelmäsiges, knolliges Gebilde entsteht, an dessen aus einzelnen Kugelschnitten zusammengesetzter Oberfläche man die Entstehung aus mehreren verwachsenen Kugeln noch erkennen kann. Die Kugeln lassen sich leicht aus dem Gestein herauslösen und widerstehen der Zersetzung weit besser als das sie einschliessende Gestein, daher kommt es, dass bei der Verwitterung des Gesteins die Kugeln herausfallen und in unge-

Digitized by Google

heuerer Menge den Westabhang des Peterklin bedecken. Führt man einen Schliff durch eine solche Kugel und durch das sie umgebende Gestein, was übrigens nicht ohne einige Schwierigkeit gelingt, so sieht man die ganz schwarz erscheinende Kugel von dem sie umgebenden lichtgrau gefärbten Gestein, sich, wenn auch nicht mit scharfen Contouren, doch deutlich abheben, Dabei gewahrt man schon mit freiem Auge, dass die Kugeln ganz dünne, kurze Leistchen von Feldspath und Pseudomorphosen nach Olivin enthalten, während das umgebende Gestein schon so stark zersetzt ist, dass man selbst u. d. M. keine einzelnen Gemengtheile mehr unterscheiden kann. Ausserdem ist die ganze Kugel von schwarzen, staubartigen Körnern erfüllt, die magneteisenähnliche Gebilde sein dürften und welche in Folge ihrer ungeheueren Menge die Kugeln ganz dunkel färben. Dieser schwarze Staub findet sich auch im umgebenden Gestein, jedoch in verhältnissmässig verschwindender Menge. Die Kugeln sind weder den Variolen, noch sonstigen bisher näher bekannt gewordenen Bildungen gleich, sie zeigen nicht die geringste Spur einer radialen Faserung, noch einer concentrisch schaligen Structur. Am besten liessen sie sich mit einem ähnlich gebildeten Augit-Andesit von Schemnitz, vergleichen. In diesem Gestein sind die kugelförmigen Gebilde durch reichliche Imprägnation der Gesteinsmasse von secundär in Form von Kügelchen ausgeschiedener Kieselsäure entstanden. Ebenso, wie in diesem Gestein bei der fortschreitenden Verwitterung Kieselsäure, indem sie das Bestreben hatte, sich an einzelnen Stellen zusammenzuballen, den Anlass für die Bildung der einzelnen Kugeln abgab, dürfte in dem Kugelgestein des Peterklin durch die Anhäufung der massenhaften, schwarzen, magneteisenähnlichen Gebilde die Entstehung der Kugeln veranlasst worden sein, so dass wir es also hier wie dort mit ähnlichen, durch die Verwitterung des Gesteins veranlassten Concretionen zu thun haben.

Nach dem Gesagten ist es nöthig, darauf aufmerksam zu machen, dass wir es in den Melaphyren der kleinen Karpathen mit dreierlei Kugelbildungen zu thun haben, welche wohl von einander zu unterscheiden sind, denn sie sind sowohl was das Material betrifft, aus welchem sie gebildet wurden, als auch in Bezug auf die Art ihrer Entstehung gänzlich von einander verschieden. Vor allem finden wir Kugeln, welche als echte Mandelbildungen aufzufassen sind, sie bestehen

Digitized by Google

aus Calcit oder Delessit und haben sich als secundäre Producte in die ursprünglich mit Gasen oder Wasserdampf gefüllten Hohlräume des Gesteins abgelagert. Sie sind leicht an der eigenthümlichen dichten dunkelschwarzen Schlackenrinde zu erkennen, die sie umgibt; auch sind die ganz kleinen Feldspathleistchen um diese Gebilde eigenthümlich parallel gelagert, indem sie um die Hohlräume wie herumgeflossen erscheinen. Diese Art der Kugelbildung ist sehr verbreitet und wir stossen in den kleinen Karpathen allenthalben auf Gesteine, welche derartige Mandelbildungen enthalten. Eine von dieser dem Material als auch der Entstehung nach gänzlich verschiedene Bildung scheinen mir die Hornsteinkugeln des S. 432 beschriebenen Gesteins von der dritten Kuppe des Klokočava zu sein. Wirkliche echte Mandelbildungen scheinen sie mir aus folgenden Gründen nicht zu sein. Erstens fehlt ihnen die für die echten Mandeln so charakteristische und in der Art der Entstehung natürlich begründete Schlackenrinde, zweitens aber erscheinen sie nicht nur in schönen, runden, aus dem Gestein herauslösbaren Kugeln, sondern es zeigt sich bei der mikroskopischen Untersuchung, dass das ganze Gestein selbst von der hornsteinartigen Substanz, aus welcher die Kugeln bestehen, imprägnirt ist, dabei aber kann man bemerken, dass die Substanz überall, wo sie im Gestein vertheilt ist, das Bestreben gehabt hat, sich kugelig zu gestalten. Während also die zuerst erwähnten Mandelbildungen reine Secretionsmassen sind, scheinen mir diese Hornsteinkugeln richtige Concretionsgebilde zu sein. Von beiden gänzlich verschieden sind dann die weiter oben beschriebenen Gesteinskugeln vom Peterklin, welche man als Concretionserscheinungen ansehen muss, die einem Verwitterungsvorgange in dem Gestein ihre Entstehung verdanken.

Digitized by Google

XVI. Chemische Untersuchung der drei neuen Mineralquellen von Krynica.

Von Dr. H. Dietrich.

Das schon über ein Jahrhundert als Kurort bekannte Krynica, zur k. k. Religionsfondsdomäne Muszyna gehörig, liegt in den galizischen Karpathen, den sogenanten Bieskiden des Neusandecer Kreises.

Die Heilwässer entspringen in dem grossen Quellengebiete, welches sich zwischen dem 38. und 39. Längengrade, und dem 49° und 50° nördlichen Breitengrrde von Bartfeld in Ungarn bis nach Szczawnica in Galizien erstreckt.

Die folgenden Untersuchungen wurden im Auftrage eines hohen k. k. Ackerbau-Ministeriums ausgeführt, um dem Kurorte grössere Mineralwassermengen zur Verfügung zu stellen, indem die bis nun allein im Gebrauche gestandenen Wässer der Krynicaer Hauptquelle und der Slotwinerquelle, bei der stark zunehmenden Frequenz des Badeortes, kaum ausreichend waren.

Ende Juli 1877 wurden die erforderlichen Vorarbeiten zu den Analysen direct an den Quellen ausgeführt, die nothwendigen Wassermengen den einzelnen Quellen entnommen. Anfang August 1877 sind die den Quellen frei entströmenden Gase aufgefangen worden.

Die qualitative Analyse ergab die Anwesenheit folgender Bestandtheile:

Kalium, Natrium, Lithium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan, Aluminium, Chlor, Schwefelsäure, Kieselsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure: in unwägbarer Menge: Ammon, Barium, Strontium, flüchtige organische Säuren (Ameisen- und Butter-Säure) nicht flüchtige organische Substanzen, Salpetersäure, Borsäure und Schwefelwasserstoff.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes wurden Flaschen mit ausgezogenem, in Millimeter eingetheilten Halse verwendet.

Digitized by Google

Zur Bestimmung des Lithiums und zur Nachweisung von Jod, Brom, des Bariums, Strontiums und der Borsäure wurden je 20 L. des Wassers schon an der Quelle bis auf ein Fünftel verdampft, und diese Lauge im Laboratorium bis zur Trockene abgedampft. Den Rückstand digerirte man längere Zeit mit heissem Wasser, filtrirte die alles Jod, Brom, Lithium und die Borsäure enthaltende Lösung von dem gut ausgewaschenen Niederschlage ab.

Das Filtrat wurde fast bis zur Trockene eingedampft, öfters mit 96 procent. Alkohol extrahirt, die alkoholische Lösung nach Zusatz von wenigen Tropfen Kalilauge abdestillirt, der Rückstand noch zweimal auf gleiche Weise behandelt, überhaupt nach der bekannten Methode zur Auffindung des Jods und Broms weiter verarbeitet. Da sowohl Jod als auch Brom nur in undeutlichen Spuren nachgewiesen werden konnten, sind alle Rückstände etc. vereinigt und mit heissem Wasser aufgenommen und nach dem Ansäuern mit Chlorwasserstoffsäure filtrirt worden. Das Filtrat sonderte man in zwei gewogene gleiche Theile; bestimmte in dem einen das Lithium nach Fresenius als Phosphat, und suchte in der vom Lithiumphosphat getrennten Flüssigkeit Rubidium und Cäsium spectralanalytisch nachzuweisen.

Der zweite Theil wurde mit Chlormagnesium und Chlorammonium versetzt, mit Ammoniumcarbonat übersättigt und schiesslich in einer Platinschale nach öfterem Ammonzusatz bis zur Trockene abgedampft und geglüht. Der Glührückstand ist mit siedendem Wasser öfter übergossen und der unlösliche Rückstand der borsauren und überschüssigen Magnesia abfiltrirt, und das Filtrat noch ein zweitesmal wie zuvor behandelt worden. In den vereinigten Niederschlägen konnten nur Spuren von Borsäure nach dem Befeuchten concentrirter Schwefelsäure mittelst Flammenreaction nachgewiesen werden.

Den ursprünglichen ungelöst gebliebenen Rückstand übergoss man mit Wasser, säuerte mit Salzsäure an, fügte etliche Tropfen verdünnter Schwefelsäure zu und verdampfte zur Trockene. Dieser Rückstand ist zur Abscheidung von Baryt und Strontian auf bekannte Weise verwendet worden.

Die dem Wasser frei entströmenden Gase sind an den Quellen in graduirten Cylindern aufgefangen und durch Absorption der Kohlensäure mittelst Kalilauge die Quantität der unabsorbirbaren

Digitized by Google

Gase bestimmt worden. Diese letzteren wurden in unten ausgezogenen Röhrchen aufgefangen und eingeschmolzen; deren nähere Untersuchung und Bestimmung ist im Laboratorium nach Bunsens gasometrischen Methoden ausgeführt worden.

Zur Controle der quantitativen Bestimmungen sind gewogene Wassermengen in einer gewogenen Platinschale eingedampft, dann die Carbonate mittelst vorsichtig zugesetzter Salzsäure zersetzt, und nach Zusatz von verdünnter Schwefelsäure bis zur Trockene verdampft worden. Der trockene Rückstand wurde unter öfterem Zusatz von festem Ammoniumcarbonat zur Entfernung der überschüssigen Schwefelsäure längere Zeit bis zum constanten Gewichte schwach geglüht. Die Summe der direct erhaltenen Sulfate wurde mit derjenigen verglichen, welche die Berechnung der Einzelbestimmungen zu Sulfaten ergab, wobei Kieselsäure, Eisenoxyd und Thonerde als solche, die Phosphorsäure als pyrophosphorsaures Natron in Rechnung kamen. Von welcher Hauptsumme die dem pyrophosphorsauren Natron entsprechende Menge schwefelsauren Natrons abgezogen wurde.

Die quantitativen Bestimmungen aller übrigen Bestandtheile sind nach den von Fresenius in seiner Anleitung zur quantitativen Analyse angegebenen Methoden ausgeführt worden.

I. Sydorsquelle.

Diese Quelle liegt etwa 60 M. entfernt, rechts an der von Krynica nach Slotwina führenden Strasse, zwischen der Krynicaer Hauptquelle und der Slotwiner Quelle. Das Wasser, aus welchem continuirlich zahlreiche grössere Gasblasen emporsteigen, ist vollkommen klar, im Glase stark perlend, schmeckt angenehm säuerlich, prickelnd, wenig salzig, hintennach etwas eisenartig.

Die Temperatur des Wassers, bei 24° C. Lufttemperatur bestimmt, betrug 9·1° C.

Das specifische Gewicht ist 1·00209 bei 16·5° C.

Die quantitativen Bestimmungen ergaben direct:

Schwefelsäure, Kalium, Natrium. I. 3500·2 Gr. Wasser gaben 0·011 schwefelsauren Baryt, 0·993 Gr. Chloride und 0·138 Gr. Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·011 Gr. Schwefelsäureanhydrit, 0.076 Gr. Kaliumoxyd und 1·438 Natriumoxyd für 10·000 Gr. des Wassers.

Digitized by Google

II. 3750 Gr. gaben 0·012 Gr. schwefelsauren Baryt, 1·056 Chloride und 0·155 Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·010 Gr. Schwefelsäureanhydrit, 0·079 Kaliumoxyd und 0·426 Gr. Natriumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

Lithium. 10.000 Gr. Wasser gaben 0·012 Gr. Lithiumphosphat = 0·0046 Gr. Lithiumoxyd.

Chlor. I. 3000 Gr. gaben 0·077 Chlorsilber, entsprechend 0.065 Chlor für 10·000 Gr. Wasser.

II. 4000 Gr. gaben 0·092 Chlorsilber, entsprechend 0·056 Chlor für 10.000 Gr. Wasser.

Kieselsäure, Eisen, Mangan, Thonerde, Phosphorsäure. 6030 Gr. gaben 0·148 Gr. Kieselsäure, 0·0592 Eisenoxyd, 0·0072 Manganoxyduloxyd, 0·0029 Gr. Aluminiumoxyd und 0·0052 Magnesiumpyrophoshat entsprechend 0·245 Gr. Kieselsäure, 0·0988 Gr. Eisenoxyd, 0·012 Manganoxyduloxyd, 0·0048 Gr. Aluminiumoxyd und 0·0055 Phosphorsäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

Calcium und Magnesium. I. 640·5 Gr. gaben 0·447 Calciumcarbonat und 0·335 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend 3·908 Calciumoxyd und 1·883 Magnesiumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

II. 620·7 Gr. gaben 0·432 Gr. Calciumcarbonat und 0·327 Gr. Magnesiumpyrophosphat, entsprechend 3·898 Gr. Calciumoxyd und 1·898 Gr. Magnesia für 10.000 Gr. Wasser.

Gesammt-Kohlensäure. I. 470·4 Gr. gaben 1·468 Gr., entsprechend 31·207 Gr. Kohlensäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser,

II. 459·7 Gr. gaben 1·449 Gr., entsprechend 31·522 Gr. Kohlensäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

Control-Bestimmung. 514·3 Gr. gaben 0·996 Gr. neutral reagirender Sulfate, entsprechend 19·366 Gr. Sulfate für 10.000 Gr. Wasser.

Frei entströmende Gasse. 100 Vol. ergaben im Absorptionsrohre unter Berücksichtigung der Temperatur und des Druckes

Kohlensäure	96.22	Vol. %
durch Kali nicht absorbirtes Gas .	3·78	„
	100·00	

Das durch Aetzkali nicht absobirte Gas enthält

Sauerstoff	14·286	Vol. %
Stickstoff	85·714	„
	100·00	

Digitized by Google

Die procentische Zusammensetzung des Gases ist demnach

Kohlensäure	96·22 Vol. %		
Sauerstoff	0·54 „	=	2·48 Atmosph. Luft
Stickstoff	3·24 „	=	1·20 Stickstoff.
	100·00		

Schwefelwasserstoff Spur.

Aus den angeführten analytischen Resultaten berechnen sich folgende Mittelwerthe in Grammen für 10.000 Gr. Wasser:

Kaliumoxyd	0·077
Natriumoxyd	1·432
Lithiumoxyd	0·005
Calciumoxyd	3·903
Magnesiumoxyd	1·892
Eisenoxyd	0·099
Manganoxyduloxyd	0·012
Aluminiumoxyd	0·005
Chlor	0·060
Schwefelsäureanhydrit	0·010
Kieselsäureanhydrit	0·245
Phosphorsäureanhydrit	0·005
Gesammte Kohlensäure	31·364
Control-Sulfate gefunden	19·366
„ „ berechnet.	18·953

II. Zdyniak-Quelle.

Die Quelle liegt rechts an der von Krynica nach Tilitz führenden Strasse, etwa 0·4 Km. vom Kurorte entfernt. Das Wasser ist ganz klar, schmeckt angenehm säuerlich prickelnd, wenig tintenhaft, demselben entsteigen reichlich kleinere Bläschen von Kohlensäure. Die Abflussrinne der einfachen Holzfassung ist dicht mit ausgeschiedenem Eisenoxydhydrat belegt.

Die Temperatur des Wassers betrug 10·4° C. bei 25·7° C. Das specifische Gewicht ist 1·00147 bei 16·0° C. bestimmt.

Die quantitativen Bestimmungen führten zu folgenden directen Resultaten.

Digitized by Google

Schwefelsäure, Kalium, Natrium. 4000 Gr. gaben 0·0060 Gr. schwefelsauren Baryt, 0·1153 Gr. Chloride und 0.0223 Gr. Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·0052 Gr. Schwefelsäureanhydrit, 0·0108 Kaliumoxyd und 0.1437 Gr. Natriumoxyd für 10,000 Gr. Wasser.

II. 5140 Gr. gaben 0·0084 Gr. schwefelsauren Bayrt, 0·1462 Gr. Chloride und 0·0191 Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·0055 Schwefelsäureanhydrit, 0·0072 Gr. Kaliumoxyd und 0·1448 Gr. Natriumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

Chlor. I. 4000 Gr. gaben 0·0335 Gr. Chlorsilber, entsprechend 0·0207 Gr. Chlor für 10.000 Gr. Wasser.

II. 3500 Gr. gaben 0·0258 Gr. Chlorsilber, entsprechend 0·0182 Gr. Chlor für 10.000 Wasser.

Kieselsäure, Eisen, Mangan, Thonerde und Phosphorsäure. 4270·3 Gr. gaben 0·1580 Gr. Kieselsäure, 0-0542 Gr. Eisenoxyd, 0·0114 Gr. Manganoxyduloxyd, 0·0024 Aluminiumoxyd und 0·0026 Gr. Magnesiumpyrophosphat, entsprech. 0·370 Gr. Kieselsäure, 0.1270 Gr. Eisenoxyd, 0·0267 Gr. Manganoxyduloxyd, 0·0057 Aluminiumoxyd und 0·0038 Gr. Phosphorsäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

Calcium, Magnesium. 612·4 Gr. gaben 0·4042 Gr. kohlensauren Kalk und 0·0865 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend 3·695 Gr. Calciumoxyd und 0·5086 Gr. Magnesiumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

II. 632·7 Gr. gaben 0·4182 Calciumcarbonat und 0·0884 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend 3·701 Gr. Calciumoxyd und 0·506 Gr. Magnesiumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

Gesammt-Kohlensäure. 462·4 Gr. gaben 1·2156 Gr. Kohlensäure, entsprechend 26·290 Gr. Kohlensäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

II. 441·6 Gr. gaben 1·1724 Gr. Kohlensäure, entsprechend 26·548 Gr. Kohlensäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

Control-Bestimmung. 492·8 Gr. gaben 0·5679 Gr. neutraler Sulfate, entsprechend 11·5245 Gr. Sulfate für 10.000 Gr. Wasser.

Frei entströmende Gase. 100 Vol. ergaben im Absorptionsrohre unter Berücksichtigung von Temperatur und Druck

Kohlensäure	94·90	Vol. %
durch Kali unabsobirtes Gas . .	5·10	„
	100·00	

Digitized by Google

Das nicht absorbirte Gas enthält

Sauerstoff	10·196 Vol. %
Stickstoff	89·804 „
	100·00

Hienach hat das frei entströmende Gas folgende Zusammensetzung:

Kohlensäure	94·90 Vol. %	
Sauerstoff	0·52 „	= 2·48 Atmosph. Luft
Stickstoff	4·58 „	= 2·62 Stickstoff.
	100·00	

Die aus den angeführten analytischen Resultaten berechneten Mittelwerthe für 10.000 Gr. Wasser sind:

Kaliumoxyd	0·009
Natriumoxyd	0·144
Calciumoxyd	3·698
Magnesiumoxyd	0·507
Eisenoxyd	0·127
Manganoxyduloxyd	0·028
Aluminiumoxyd	0·006
Chlor	0·019
Schwefelsäureanhydrit	0·005
Kieselsäureanhydrit	0·370
Phosphorsäureanhydrit	0·004
Gesammt-Kohlensäure	26·419
Control-Sulfate gefunden	11·524
„ „ berechnet	11·410

III. Pelava-Quelle.

Die Quelle liegt etwa 100 M. von der vorigen Quelle entfernt, näher an Tilitz. Dieselbe ist ebenfalls einfach in Holz gefasst; das Wasser ist frisch geschöpft vollkommen klar, nach längerem Stehen wenig opalisirend, schmeckt angenehm prickelnd, wenig salzig, eisenartig zusammenziehend. Beim Oeffnen grösserer Flaschen ist momentan ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar.

Digitized by Google

Das specifische Gewicht ist 1·00179 bei 17·0° C.

Die Temperatur beträgt 10·7° C. bei 23·4° der Luft.

Directe Ergebnisse der Analyse berechnet auf Gramme in 10.000 Wasser.

Schwefelsäure, Kalium und Natrium. I. 4000 Gr. gaben 0·015 Gr. schwefelsauren Baryt, 0·140 Gr. Chloride und 0·054 Gr. Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·0128 Gr. Schwefelsäureanhydrid, 0·0261 Gr. Kaliumoxyd und 0·1638 Natriumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

II. 4750 Gr. gaben 0·0196 Gr. schwefelsauren Baryt, 0·1767 Gr. Chloride und 0·0649 Gr. Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·0142 Gr. Schwefelsäureanhydrit, 0·0264 Gr. Kaliumoxyd und 0·1754 Gr. Natriumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

Chlor I. 3000 Gr. gaben 0·0506 Chlorsilber, entsprechend 0·0376 Gr. Chlor für 10.000 Gr. Wasser.

II. 2500 Gr. gaben 0·035 Gr. Chlorsilber, entsprechend 0·0846 Gr. Chlor für 10.000 Gr. Wasser.

Kieselsäure, Eisen, Mangan, Thonerde, Phosphorsäure. 4942·9 Gr. gaben 0·1453 Gr. Kieselsäure, 0·0793 Gr. Eisenoxyd, 0·0197 Manganoxyduloxyd, 0·0025 Aluminiumoxyd, 0·0037 Gr. Magnesiumpyrophosphat, entsprechend 0·294 Gr. Kieselsäure, 0·1605 Gr. Eisenoxyd, 0·0398 Gr. Manganoxyduloxyd, 0·0052 Gr. Aluminiumoxyd und 0·0048 Gr. Phosphorsäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

Calciumoxyd und Magnesiumoxyd. I. 592·4 Gr. gaben 0.3652 Calciumcarbonat und 0·105 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend 3·453 Gr. Calciumoxyd und 0·639 Gr. Magnesiumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

II. 612·2 Gr. gaben 0·3786 Gr. Calciumcarbonat und 0·1108 Gr. Magnesiumpyrophosphat, entsprechend 3·464 Gr. Calciumoxyd und 0·652 Magnesiumoxyd für 10.000 Gr. Wasser.

Gesammt-Kohlensäure. 454·6 Gr. gaben 1·200 Gr. Kohlensäure, entsprechend 26·403 Gr. Kohlensäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

II. 447·7 Gr. gaben 1·1714 Gr. Kohlensäure, entsprechend 26·164 Gr. Kohlensäureanhydrit für 10.000 Gr. Wasser.

Control-Bestimmung. 507·4 Gr. gaben 0·5797 Gr. Sulfate, entsprechend 11·425 Gr. neutraler Sulfate für 10.000 Gr. Wasser.

Digitized by Google

Frei entströmende Gase. 100 Vol. des Gases unter Berücksichtigung von Temperatur und Druck im Absorptionsrohre bestimmt enthalten.

Kohlensäure	92·75 Vol. %
Durch Kali unabsorbirbares Gas	7·25 „
	100·00

Das nicht absorbirte Gasgemenge besteht aus

Sauerstoff	12·138 Vol. %
Stickstoff	87·862 „
	100·00

Das frei entströmende Gas enthält dem nach:

Kohlensäure	92·75 Vol. %	
Sauerstoff	0·88 „	= 4·20 Atmosph. Luft.
Stickstoff	6·37 „	= 3·05 Stickstoff.

Obige analytische Resultate führen zu folgenden Mittelwerthen für 10.000 Gr. Wasser.

Kaliumoxyd	0·0262
Natriumoxyd	0·1702
Calciumoxyd	3·4580
Magnesiumoxyd	0·6450
Eisenoxyd	0·1605
Manganoxyduloxyd	0·0398
Aluminiumoxyd	0·0052
Chlor	0·0361
Schwefelsäureanhydrit	0·0135
Kieselsäureanhydrit	0·2940
Phosphorsäureanhydrit	0·0048
Gesammt-Kohlensäure	26·2830
Control-Sulfate gefunden	11·4250
„ „ berechnet	11·3195

Werden die durch die Analysen direct gefundenen sauren und basischen Bestandtheile, je nach deren Affinität und dem Löslichkeitsverhältnisse derselben, zu Salzen vereinigt, so ergeben sich folgende Zusammensetzungen für das Wasser der einzelnen Quellen.

Digitized by Google

In 10.000 Grammen des Wassers sind enthalten Gramme:

	Sidorsquelle		Zdyniakquelle		Pelavaquelle	
	Neutrale Carbonate	Bicarbonate	Neutrale Carbonate	Bicarbonate	Neutrale Carbonate	Bicarbonate
Kohlensaures Eisenoxydul	0·143	0·197	0·184	0·254	0·238	0·328
Kohlens. Manganoxydul .	0·018	0·025	0·043	0·058	0·059	0·081
Kohlens. Magnesium . .	3·973	6·054	1·063	1·620	1·364	2·083
Kohlens. Calcium	6·960	10·022	6·597	9·499	6·165	8·879
Kohlens. Lithium	0·012	0.019	Spur	—	Spur	—
Kohlens. Natrium . . .	2·443	3·456	0·210	0·297	0·248	0·351
Schwefelsaures Kalium . .	0·023	0·023	0·011	0·011	0·029	0·029
Chlornatrium	0·020	0·020	0·029	0·029	0·046	0·046
Chlorkalium	0·111	0·111	0·007	0·007	0·017	0·017
Phosphorsaures Calcium .	0·011	0·011	0·008	0·008	0·010	0·010
Thonerde	0·005	0·005	0·006	0·006	0·005	0·005
Kieselsäure	0·245	0·245	0·370	0·370	0·294	0·294
Kohlensäure halbgebunden	6·224	—	3·631	—	3·647	—
Ameisen- und Buttersäure, nicht flüchtige organische Substanzen, Ammonium, Strontium, Barium, Borsäure, Salpetersäure, Schwefelwasserstoff	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Summe d. festen Bestandth.	20·188	20·188	12·159	12·159	12·122	12·122
Freie Kohlensäure . . .	18·944 = 9933·7 C. C. bei 9° C. u. 760 Mm. Druck		19·157 = 10112·3 CC. bei 10·4° u. 760 Mm. Druck		18·989 = 10032·9 CC. bei 10·7° u. 760 Mm. Druck	
Specifisches Gewicht . .	1·00209		1·00177		1·00179	
Temperatur in C° . . .	9·0 C.		10·4° C.		10·7° C.	

Die frei entströmenden Quellengase enthalten in Vol. Procent:

	Sidorsquelle	Zdyniakquelle	Pelavaquelle
Kohlensäure	96·22	94·90	92·75
Sauerstoff	0·54 = 2·58 Atm. L.	0·52 = 2·48 Atm. L.	0·86 = 4 20 Atm. L.
Stickstoff	3·24 = 1·20 Stickst.	4·48 = 2·58 Stickst.	6·37 = 3·05 Stickst.
Schwefelwasserstoff . .	Spur	Spur	Spur
	100.00	100·00	100·00

Digitized by Google

Nach den vorstehenden Analysen gehören alle drei Quellen zur Gruppe der alkalischen, eisenreichen Säuerlinge.

Die Sidorsquelle, ein magnesiareicher Eisensäuerling, ist nach ihrer Zusammensetzung der Slotwinerquelle ähnlich, während die Zdyniakquelle und die Pelavaquelle als kalkige, an Eisen reichere Kohlensäuerlinge zu betrachten sind, welche sich der bestehenden Hauptquelle anreihen lassen.

Die Wässer aller drei Quellen enthalten neben der absorbirten Kohlensäure noch bedeutende Mengen freier Kohlensäure, zeichnen sich durch ihren Reichthum an kohlensauerm Eisenoxydul, neben einer ganz geringen Quantität von Chloriden und schwefelsauern Salzen vortheilhaft aus.

Alle Wässer scheinen demselben Wasserbecken zu entsteigen, doch müssen die einzelnen Quellen auf ihrem Wege zu Tage verschiedene Gesteinsschichten, hauptsächlich Dolomite, durchströmen, wovon dieselben mit Beihilfe der freien Kohlensäure die bedeutenden Mengen alkalischer Erden aufnehmen.

Die etwas primitive Fassung der Quellen erleichtert den Zufluss von Tagwasser, dessen mitgeführte atmosphärische Luft einen Theil ihres Sauerstoffs zur höhern Oxydation des Eisenoxyduls zu verwenden scheint, da das entweichende, von Aetzkali unabsorbirbare Gasgemenge, einen Ueberschuss von Stickstoff enthält.

Digitized by Google

XVII. Notizen.

Die chemische Zusammensetzung der Augite. Herr A. Piccini hat gelegentlich einer Analyse eines Augits von Latium[1]), welche, wie er meint, mit der von Tschermak aufgestellten Hypothese nicht in Einklang zu bringen ist, Folgendes behauptet:

„Es ist merkwürdig, dass Herr Doelter aus seinen Analysen erklärt, dass Eisenoxyd und Thonerde als Silicate und nicht als Oxyde vorhanden sind, aus dem alleinigen Grunde, weil jene Silicate zum Theil sich durch die Tschermak'schen Formeln ausdrücken lassen, und dass derselbe aus seinen Resultaten einen Einwurf gegen Rammelsbergs Theorie erhebt, während doch die beiden Formeln äquivalent sind, denn

$$\overset{II}{M}\overset{VI}{Si}O_3 + \overset{VI}{R_2}O_3 = \overset{II}{M}\overset{VI}{Si}O_6R_2$$

und daher muss jede Analyse, welche der Tschermak'schen Formel entspricht, auch der Rammelsberg'schen genügen, aber nicht umgekehrt, daher letztere Hypothese weit einfacher ist etc."

Es ist hier nicht meine Absicht, nochmals zu untersuchen, welche der beiden Theorien der Wahrheit näher kommt, und genügt ein Hinweis auf meine früheren Arbeiten; aus der Aeusserung des Herrn Piccini geht aber hervor, dass derselbe weder meine Arbeit noch andere diessbezügliche richtig aufgefasst hat, denn sonst könnte er nicht, was bisher niemand gethan hat, behaupten, dass jene Formeln äquivalent sind; der Einwurf gegen die Rammelsberg'sche Hypothese ist in der Thatsache begründet, dass bei oxydhaltigen Augiten $Ca < \overset{II}{Mg + Fe}$ ist, während in oxydfreien $Ca = Mg + Fe$, diess hätte Herr Piccini, ohne irgend eine andere Arbeit gelesen zu haben, wohl schon aus den Ausführungen in Rammelsberg's Mineralchemie selbst ersehen können. Es ist eben nicht erlaubt, in den Augiten Ca und Mg mit einander zu vertauschen, wie ich wohl früher ausgeführt habe, und braucht daher die Ansicht, dass jede Analyse, welche der Tschermak'schen Theorie genüge, auch für die Rammelsberg'sche spricht, wie Herr Piccini meint, nicht weiter bekämpft zu werden.

Auf einige andere Unrichtigkeiten in der genannten Notiz behalte ich mir vor, später zurückzukommen. C. Doelter.

Neue Minerale.

Subdelessit. Aus dem „Ungeheuren Grunde" bei Friedrichroda hat Herr Weiss ein schwärzlich-grünes chloritähnliches Mineral, welches in den Mandelräumen der Eruptivgesteine des Thüringer Rothliegenden sich allgemein ausge-

[1]) Ann. d. r. Academia dei Lincei, 1880.

Digitized by Google

schieden findet, durch Herrn Pufahl analysiren lassen und wurde folgendes Resultat erhalten:

SiO_2	28·79
Al_2O_3	16·74
Fe_2O_3	4·83
TiO_2	0·13
FeO	18·30
MnO	0·31
CaO	0·98
MgO	16·62
K_2O	0·28
Na_2O	0·24
P_2O_5	0·08
SO_3	0·26
CO_2	0·35
H_2O	12·25
	100·21

Spec.-Gew. = 2·836.

Nach Abzug des phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren Kalkes, sowie des $TiFeO_3$ berechnet Herr Pufahl folgende Formel:

$$\overset{II}{R}_3SiO_3 \,.\, 2\,\overset{II}{R}_2SiO_4 \,.\, 2\,\overset{III}{R}_2SiO_3 \,.\, 7\,H_2O.$$

$$(\overset{II}{R} = Fe, Mn, Mg, Ca, K_2, Na_2)$$

Von zwei brauchbaren Dellessitanalysen ist die Analyse des grünen Minerales von Planitz von Delesse nach kleinen Correcturen im Eisenoxyd- und Eisenoxydulgehalte mit der neuen Analyse vergleichbar. Da nun die Zusammensetzung des normalen Delessit von La Grève bei Mielennach Delesse viel Eisenoxyd und wenig Eisenoxydul enthält, so schlägt Herr Weiss vor, für die delessitartigen Substanzen mit wenig Eisenoxyd und viel Eisenoxydul die Bezeichnung Subdelessit zu gebrauchen. (Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. XXXI 1879. S. 801.)

Lepidophäit. Als Lepidophäit beschreibt Herr Weisbach eine in der Sammlung der Freiberger Akademie als „Schaumiges Wad" benannt gewesene plattenförmige Masse von äusserst zarter faserig-schuppiger Structur, die nach Herrn Jenkins folgende Zusammensetzung besitzt:

	Gef.	Be
MnO_2	58·77	58·20
MnO	9·59	9·50
CuO	11·48	10·62
H_2O	21·05	21·68

Diese Zusammensetzung entspricht der Formel:

$$CuMn_6O_{12} + 9\,H_2O.$$

Durch seine Krystallinität unterscheidet sich der Lepidophäit wesentlich von dem in qualitativ-chemischer Hinsicht nahestehenden Kupfermanganerz. —

Digitized by Google

H. = sehr niedrig, abfärbend. Spec. Gew. = 2·89 — 3·04. Farbe röthlichbraun. Strich röthlichbraun, etwas glänzend. Glanz schwach, seidenartig. Durch Erhitzen im Glasrohr wird der Körper schwarz. In Salzsäure löst er sich unter Chlorentwicklung zu einer anfänglich dunkelbraunen, später hellgelb werdenden Flüssigkeit auf. — (N. Jahrb. 1880. Bd. II. Heft 2, S. 109.)

Leucotil. Den Namen Leucotil legt R. B. Hare einem seidenglänzenden, faserigen Materiale bei, welches bei Reichenstein in Niederschlesien sich auf dunklem Serpentin findet, der als Bekleidung auf Ablösungsflächen von stängligem Diopsid erscheint. Die Analyse ergab:

H_2O	17·29
SiO_2	28·98
Al_2O_3	6·99
Fe_2O_3	8·16
CaO	7·37
MgO	29·78
Na_2O	1·32
K_2O	Spur
	99·89

Krystallsystem wahrscheinlich rhombisch. Die Fasern sind parallel den Längsaxen in zwei auf einander senkrechtstehenden Richtungen deutlich spaltbar, die vollkommene Spaltungsfläche hat Silberglanz. (Entnommen dem Referate N. Jahrb. 1880. Bd. II, Heft 3, S. 348. Originalmittheilung steht in der Inauguraldissertation: Die Serpentinmasse von Reichenstein und die darin vorkommenden Mineralien. V. R. B. Hare. Breslau, 1879. 46. S.).

Der Fundort der beiden folgenden Minerale Hydroilmenit und Alshedit ist ein Quarzbruch (Pegmatitgang) bei Slättåkra im Kirchspiel Alsheda, Jönköping, wo dieselben nach C. W. Blomstrand, neben Orthit, einem Euxenitmineral, Schwefelkies und Magnetkies vorkommen.

Hydroilmenit (Titaneisenerz). Bildet dünne, 1—6 mm. dicke, krumme Platten mit ziemlich vollkommener Spaltbarkeit nach einem Rhomboeder mit Polkantenwinkel = 93°—94°, und einer weniger deutlichen nach *oP*. Farbe eisenschwarz, Strich dunkelgrau; gar nicht magnetisch. Das Mineral scheint zum Verwittern sehr geneigt, und überzieht sich dabei mit einer gelblichweissen, wesentlich aus Titansäure bestehenden Haut. — Das Mineral zeigte sich im Mittel von 3 Analysen, bestehend aus:

TiO_2	54·23
SiO_2	1·40
Fe_2O_3	14·99
FeO	21·91
MnO	6·34
CaO	0·45
MgO	0·19
H_2O	1·33
	100·84

Digitized by Google

Das Mineral ist also wohl ein in Umwandlung begriffenes Titaneisenerz. Bei der Umwandlung ist Wasser chemisch in die Zusammensetzung aufgenommen; die Quantität desselben ist constant circa 1·5%, welche erst nach anhaltendem Glühen entfernt werden können. Aus diesem Wassergehalt, welcher durch den Namen Hydroilmenit angedeutet werden soll, erklärt der Verfasser auch das ungewöhnlich niedrige Spec. Gew. = 4·09.

Alshedit (Titanit). Im Quarz eingewachsene, unvollkommene, theils ganz kleine, theils bis 1—1·5 Zoll lange Krystalle oder derbe Massen. Die krystallographische Untersuchung, welche von Hrn. Dr. Topsöe ausgeführt wurde, gab kein endgültiges Resultat darüber, ob das Mineral mit dem Titanit isomorph sei, was doch wohl wahrscheinlich ist. Das Mineral besitzt mehrere Durchgänge (Winkel 54½°), welche keinem der bei dem Titanit bekannten entsprechen. Farbe blassbraun bis aschgrau; undurchsichtig. Spec. Gew. = 3·36. Härte = 5. Leicht schmelzbar; in Salzsäure löslich. Weil das Mineral in seinen Eigenschaften von dem Titanit erheblich abweicht, schlägt der Verfasser für dasselbe den Varietätsnamen Alshedit vor. Es ergab sich im Mittel von fünf verschiedenen Analysen:

		O-Proportion:
SiO_2	28·26	15·07
TiO_2	36·61	14·64
SnO_2	0·47	0·10
Al_2O_3	3·41	1·59
Fe_2O_3	4·25	1·28
Yttriumoxyde	2·78	0·59
CaO	21·06	6·02
MnO	0·98	0·21
MgO	0·48	0·18
K_2O und Na_2O	0·70	0·15
H_2O	1·20	1·07
	100·20	

Eine frühere Analysenreihe zeigte den SiO_2-Gehalt circa 2% höher.

Der Alshedit bildet also ein Uebergangsglied zwischen dem eigentlichen Titanit und dem Yttrotitanit

Um aus der obenstehenden Analyse eine wahrscheinliche Formel abzuleiten, versucht der Verfasser am Ende folgende Deutung:

Wenn der Titanit nicht, wie es jetzt gewöhnlich geschieht, als $CaO \,.\, 2\, SiO_2 + CaO \,.\, 2\, TiO_2$, sondern (näher dem ursprünglichen Vorschlag von H. Rose) als $CaO \,.\, TiO \,.\, O \,.\, SiO_2$ oder $\left.\begin{matrix} TiO \,.\, O_2 \\ Ca \,.\, O_2 \end{matrix}\right\} Si$ oder Calciumtitanylmonosilikat aufgefasst wird, in welcher Formel das Radikal TiO durch Al_2O_3 und Fe_2O_3, ferner CaO theilweise durch YO etc. ersetzt werden könnte, würde die allgemeine Formel der Titanitgruppe in folgender Weise zu schreiben sein:

$$2\,(R \,.\, R_2O_3 \,.\, TiO)\; O,\, SiO_2.$$

Digitized by Google

In dem betreffenden Falle sind die Sauerstoffverhältnisse nach der angeführten Analysenreihe des Alshedit:

O-Proportion in	SiO_2	15·07	14·00	
„ „	TiO_2	14·64 × $^1/_2$ =	7·32	6·79
„ „	Al_2O_3	1·59 × $^1/_3$ =	0·53	0·49
„ „	Fe_2O_3	1·28 × $^1/_3$ =	0·42	0·39
„ „	YO	0·59 =	0·59	0·54
„ „	RO	6·56 =	6·56	6·09
			15·42	14·30

Die Zusammensetzung nach der oben angeführten Formel wäre dann:

$$6\ RO,\ ^1/_2\ YO,\ ^1/_2\ Fe_2O_3,\ ^1/_2\ Al_2O_3,\ 6^2/_3\ TiO_2,\ 7\ SiO_2$$

welche (wenn RO als CaO angenommen wird) fordert:

SiO_2	29·34
TiO_2	37·23
Al_2O_3	3·59
Fe_2O_3	3·73
YO	2·64
CaO	23·47
	100·00

Dieselbe allgemeine Formel wird nun von dem Verfasser auch für den eigentlichen Titanit, den Yttrotitanit und den Grothit versucht. (Entnommen dem Referate von Brögger in Groth, Zeitschr. f. Kryst. 1880. IV. Seite 521. Die Originalmittheilung findet sich unter dem Titel „Titanate von Småland" in der Denkschrift der königl. physiographischen Gesellschaft zu Lund. 1878. 4°.

Von der Grube Eleonore am Dünsberge bei Giessen beschreibt in einem vorläufigen Berichte A. Nies folgende zwei neue Minerale:

Eleonorit. Der Eleonorit wurde nach der Grube benannt, in welcher er zusammen mit Strengit in einem isolirten Brauneisensteinblock entdeckt wurde. Krystallsystem rhombisch. Spaltbarkeit nach den — unbestimmt gelassenen — Domenflächen und dem seitlichen Pinakoid. H. = 3. Spec. Gew. = 2·40. Im frischen Zustande glasglänzend, durchscheinend, dunkelbraun, oft bunt angelaufen, Strich gelb. Auslöschungsrichtung annähérd parallel der Verticalaxe. Starker Dichroismus, Schwingungen parallel der Verticalaxe = hellgelb, senkrecht dazu = rothbraun. Löslich in Salzsäure und erwärmter Salpetersäure. Die Zusammensetzung ist durch folgende Formel ausgedrückt:

$$2\ (Fe_2)\ P_2O_5 + H_6\ (Fe_2)\ O_6 + 15\ H_2O.$$

Picit (Name nach *picites resinaceus Breith.*) Amorph, in dünnen Ueberzügen oder kleinen stalaktitischen und kugligen Formen. Bruch muschlig. H. = 3—4. Spec. Gew. = 2·83. Glas- bis fettglänzend, durchscheinend, dunkelbraun, oft bunt angelaufen. Strich = gelb.

Digitized by Google

Zusammensetzung $= 4\ (Fe_2)\ P_2O_8 + 3\ H_6\ (Fe_2)\ O_6 + 27\ H_2O$.

Verfasser hält den Picit für wahrscheinlich identisch mit dem durch Bořicky von der Grube Hrbčk bei St. Benigna beschriebenen Mineral. (XIX. Ber. d. Oberhess. Ges. f. Nat. u. Heilk., Referat im Neuen Jahrbuch f. Min. 1881 I. Bd., 1. Heft, S. 16.)

Literatur.

A. von Lasaulx: Der Aetna. Nach den Manuscripten des verstorbenen Dr. Wolfgang Sartorius Freiherrn von Waltershausen herausgegeben, selbstständig bearbeitet und vollendet. II. Band, Leipzig, Engelmann 1880. Der vorliegende II. Band enthält im ersten Abschnitt eine detaillirte topographische und geologische Beschreibung des Aetna und insbesondere der Valle del Bove; im 2. Abschnitt eine auf diese Einzelbeobachtungen sich stützende genetische Darstellung des Entwicklungsganges, dessen Resultat der jetzt der Beobachtung vorliegende Riesenvulkan ist. Der 3. Abschnitt ist von A. v. Lasaulx ganz selbstständig bearbeitet und ist den Producten des Aetna, den Gesteinen, den Mineralien und den gasförmigen Emanationsproducten gewidmet. Eine Farbendrucktafel, zahlreiche Kupfertafeln und Holzschnitte und eine grosse Karte der Valle del Bove mit dem Centralkegel sind diesem Bande beigegeben.

Th. H. Behrens: Beiträge zur Petrographie des indischen Archipels. — Amsterdam 1880.

H. Credner: Ueber Glacialerscheinungen in Sachsen nebst vergleichenden Vorbemerkungen über den Geschiebemergel. — Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 1880. p. 572.

A. Damour und G. vom Rath: Ueber den Kentrolith, eine neue Mineralspecies. — Zeitschrift f. Krystallographie, V. 1. 1880.

J. S. Diller: Felsites and their associated rocks north of Boston. — Proceedings of the Boston Society of Natural History Vol. XX. January 21. 1880.

F. E. Geinitz: Beitrag zur Geologie Mecklenburgs, II. Vergleichung des mecklenburgischen Quartärs mit dem der Mark und anderer Gegenden Norddeutschlands. — Neubrandenburg 1880. Separatabdruck aus dem Archiv Band XXXIV.

G. Grattarola: Sopra una nuova varietà (Rosterite), del Berillo elbano. — Rivista Scientifico-Industriale di Firenze. 1880, Nr. 14.

Informe de la commision cientifica del Instituto Nacional de Guatemala para el studio de los fenómenos volcánicos en el Lago de Ilopango. — Guatemala 1880.

F. Klocke: Ueber die optische Structur des Gletschereises. — Jahrb. für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1881, I. Band.

Digitized by Google

A. Koch: Petrographische Untersuchung der trachytischen Gesteine des Czibles und von Oláhlápos bánya. — Földtani közlöny 1880, 4—5.

S. L. Penfield: On the Chemical composition of Childrenite. — Amer. Journal Vol. XIX. April 1880.

G. vom Rath: Mineralogische Mittheilungen. 12. Die Quarzkrystalle von Zöptau. 13. Ein neuer Beitrag zur Kenntniss der Krystallisation des Cyanit. 14. Anorthit vom Aranyer Berge. 15. Albite von Skopi in Graubündten und Viesch im Wallis. — Zeitschrift für Kryst. V. 1. p. 1.

A. Schmidt: Cölestin von Perticara und die Winkelwerthe des Cölestins. — Termeszetrajzi Füzetek Vol. IV. pars III. 1880.

J. Szábo: Sur la classification et la chronologie des roches éruptives tertiaires de la Hongrie. Extrait du compte rendu stenographique du congrès international de géologie tenu à Paris du 29 au 31. Août et du 2 au 4. Septembre 1878.

Derselbe: Ueber Calcitpseudomorphosen aus dem Michaelerstollen in Schemnitz. — Földtani Közlöny 1880, Nr. 1.

M. E. Wadsworth: Danalite from the iron mine, Bartlett New-Hampshire. — Picrolite from a serpentine quarry in Florida Mass. — Analysis of Pirolite from Florida by W. H. Melville. — Proceedings of the Boston Society of Natural History, Vol. XX. Oct 1. 1879.

Derselbe: On the elongation and plasticity of pebbles in conglomerates. — Ebenda November 5, 1879.

Derselbe: Report on the Copper falls mine, Keweenaw Co. Michigan. — Boston 1879.

M. Websky: Ueber Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexionsgoniometer. Modell II. — Zeitschr. für Kryst. IV. 6. p. 545.

A. Wichmann: Microscopical study of some huronian clay-slates. — Quarterly Journal of the geological Society for February 1879.

F. J. Wiik: Mineralanalyser utförda på Universitetets kemiska laboratorium II. — Öfversigt af Finska Vet.-Soc. Förhandlingar XXII. 1880.

Digitized by Google

Fig. 1.

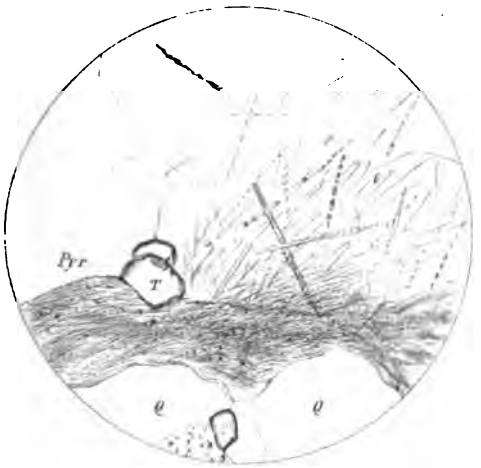


Fig. 2.

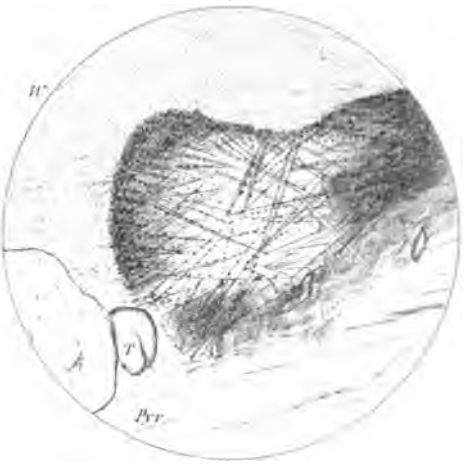
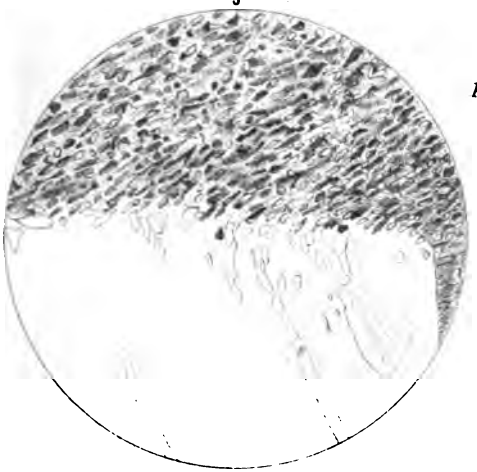


Fig. 3.



Kern.

Fig. 4.

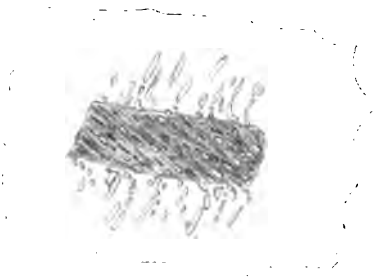


Fig. 5.

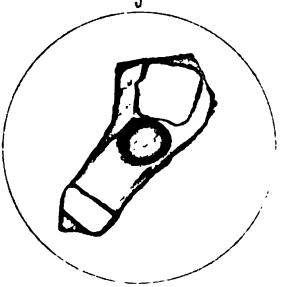
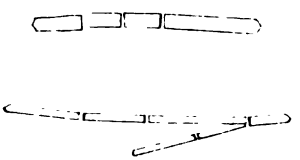


Fig. 6.



Cross gez.

Lith. Anst. v. F. Kaser in Wien.

Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft 5.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler.

Digitized by Google

THE ASTOR LIBRARY
NY

Digitized by Google

XVIII. Petrographische Studien an jüngeren Eruptivgesteinen Persiens.

Von **Josef Blaas** in Innsbruck.

(Hiezu Tafel VIII.)

Unsere Kenntniss des petrographischen Charakters aussereuropäischer, jüngerer Eruptivgesteine ist trotz der täglich sich häufenden Literatur über diesen Gegenstand noch sehr lückenhaft. So genau wir die vulcanischen Producte der grossen europäischen Eruptivherde der Tertiärperiode und die posttertiären, bis vor unseren Augen sich bildenden Eruptivgesteine kennen, so spärlich sind aus übrigens begreiflichen Gründen die Nachrichten über die gleichzeitigen vulcanischen Gebilde anderer Welttheile. Und doch umfassen die grossartigen Eruptionsgebiete des östlichen Asiens, der Südseeinseln und des westlichen Amerikas sicher den bei weitem grösseren Theil des zu untersuchenden Materials.

Unsere gegenwärtige Gruppirung der hierher gehörigen Gesteine beruht grösstentheils auf Beobachtungen an den Producten der centraleuropäischen Eruptivzone, der Eifel, des Siebengebirges, der Rhön u. s. w., an den Gesteinen Ungarns, Central-Frankreichs, der apenninischen Halbinsel und Griechenlands und den noch wenig bekannten Gebilden der nördlichen vulcanischen Zone.

Ist das gesammelte Material auch reichhaltig genug, um eine genaue Kenntniss dieser Gesteine zu ermöglichen, so sind wir doch nicht sicher, ob nicht eine unerwartete neue Entdeckung an den gleichzeitigen vulcanischen Producten aussereuropäischer Gebiete unser ohnehin sehr schwankendes systematisches Gebäude noch gebrechlicher macht oder zum vollen Sturze bringt.

Es sind daher neue Beobachtungen von umso grösserem Interesse, je ausgedehnter das Verbreitungsgebiet des Gesteines ist und je mehr wesentlich neues sie bieten. Aber auch im entgegengesetzten Falle müssen solche Beobachtungen als die kräftigsten Stützen des begonnenen Baues geschätzt werden. Denn eben darin,

Digitized by Google

dass sich das, was wir in der Nähe beobachten, auch in den entferntesten Gegenden wiederholt, liegt die Gewähr, dass hier ein allgemeines Gesetz vorliege.

Von diesem Standpunkte möge auch der vorliegende Beitrag zur Kenntniss des petrographischen Charakters jüngerer Eruptivgesteine angesehen und als Erstlingsversuch mit Nachsicht von den Fachmännern beurtheilt werden. Veranlassung und vielseitige Unterstützung dieser Arbeit verdanke ich dem geehrten Vorstande des hiesigen mineralogisch-petrographischen Instituts, Herrn Prof. Dr. E. Neminar, dem an dieser Stelle den aufrichtigsten Dank auszusprechen mir eine angenehme Pflicht ist.

Zu den dem Geologen noch wenig bekannten Gebieten gehört unstreitig Persien. Der grösste Theil des Landes ist in petrographischer Beziehung noch eine terra incognita und die spärlichen Nachrichten, welche wir z. B. über das Elbursgebirge, speciell über den Demavend, besitzen, gehen nicht über den oberflächlichen Augenschein hinaus. Sammelt man die diesbezüglichen in der Literatur zerstreuten Notizen[1]), so stösst man auf so unrichtige und widersprechende Angaben, dass es sich wohl der Mühe lohnt, ein so interessantes Gebiet einer genauen Durchsicht zu unterziehen.

In neuester Zeit hat Dr. E. Tietze, der sich längere Zeit in Persien aufhielt, neben mehreren kleinen Mittheilungen zwei grössere Schriften: „Der Vulcan Demavend in Persien" (l. c.) und „Bemerkungen über die Tektonik des Elbursgebirges in Persien", Jahrb. der k. k. geol. Reichs-Anstalt, XXVII. Bd., 1877, IV. Heft, veröffentlicht, in welchen vorwiegend die geognostischen Verhältnisse berücksichtigt sind. Die bei dieser Gelegenheit gesammelten Gesteinsproben, welche Tietze dem hiesigen petrographischen Institute zur Bestimmung übergab, bilden denn auch das dieser Bearbeitung zu Grunde liegende Material.

Jeder, der die Grenzen kennt, welche petrographischen Studien nach Handstücken gesetzt sind, wird es nur loben müssen, wenn von jeder Speculation, welche naturgemäss über diese Grenzen hinausgeht, gewissenhaft Umgang genommen und das Hauptgewicht auf eine möglichst genaue Beschreibung der Mikrostructur der ein-

[1]) Die wichtigste einschlägige Literatur findet sich in Tietze's Schrift über den Demavend. Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1878, XXVIII. Bd., I. Heft.

Digitized by Google

zelnen Gemengtheile, insoferne sie neues bieten konnte, gelegt ist. In dieser Beziehung zeigt denn auch das vorliegende Untersuchungsmaterial nicht unwichtige neue Erscheinungen.

Der grössere Theil desselben stammt vom Demavend, jenem durch seine Grossartigkeit sowohl, wie in Folge seiner geologischen Verhältnisse so interessanten Vulcane des Elbursgebirges, der andere theils vom westlichen Elburs, theils von den südlich von ihm gelegenen Gebirgen von Kenarigirt und den weiter östlich sich erstreckenden Parallelketten des Kuh i Kaleng und Siakuh.

Gesteine des Demavend.

Was nun zunächst den Demavend betrifft, so fehlen, da Tietze den obern Theil des Berges, die steilen Felsen des Bemschibend und den darüber befindlichen jüngeren Aufschüttungskegel, sowie den grössten Theil der Nord- und die ganze Westseite zu besuchen nicht Gelegenheit hatte, aus diesen Theilen Gesteinsproben gänzlich. Ueber die Westseite finden sich in petrographischer Hinsicht einzelne Bemerkungen bei Grewingk (Die geogn. und orograph. Verhältnisse des nördlichen Persiens, Petersburg, 1853, p. 99). Tietze (Demavend l. c. p. 198) scheint in die Richtigkeit eines Theiles derselben Zweifel zu setzen, da sich an der Ostseite nirgends ähnliche Verhältnisse finden. Aus dem nördlichen Gehänge des Thales Taluh[1]) liegen Handstücke nur von der „gelben Breccie" des Mischbesun und aus dem von demselben Bergrücken stammenden Gerölle vor.

Die erstere erscheint als ein weissliches, stellenweise gelblich gefärbtes, total zersetztes Conglomerat von grösseren und kleineren, theils rundlichen, theils eckigen Bruchstücken sämmtlicher Trachytvarietäten des Demavend, verbunden durch ein spärliches, feinkörniges Tuffbindemittel. Die gelbbraunen Flecken sind eine Folge der Zersetzung eisenhältiger Gemengtheile, die lichtgelben Partien der Oberfläche rühren von feinfaserigen Ausblühungen her.

Die Zersetzungserscheinungen gleichen so vollständig denen eines später zu beschreibenden Trachytes vom Kraterrande, dass hier füglich davon abgesehen werden kann.

[1]) Vergl. das der Arbeit Tietze's (l. c.) beigegebene Kärtchen.

Digitized by Google

Das über der Breccie liegende Gerölle des Mischbesun besteht aus grauem Trachyt von der typischen Ausbildungsweise, die sich am Demavend vorherrschend findet.

Die nun folgende Uebersicht über das vorliegende Untersuchungsmaterial soll einen Anhaltspunkt dafür geben, inwiefern dasselbe darauf Anspruch hat, ein Bild von dem petrographischen Charakter der Eruptivmassen, welche der Demavend an der Ostseite zu Tage gefördert hat, zu geben. Selbstredend muss bezüglich der geologischen Verhältnisse auf Tietze's Schrift und das ihr beigegebene Kärtchen (l. c.) verwiesen werden.

Der grösste Theil des Materials stammt, wie erwähnt, von der Ostseite, u. zw. aus dem Gebiete, welches nördlich von dem Thale Taluh, östlich vom Heras-, südlich vom Laarflusse und westlich von der Thalschlucht Selepascht und dem Bemschibend begrenzt wird.

Durchwegs sind es Trachyte und trachytische Gläser in mehreren Farbenvarietäten, theils anstehend gefunden, theils aus Conglomeraten und in losen Blöcken umherliegend. Von oben beginnend, liegen zunächst von der Alpe Bosmitschal zwei Trachytvarietäten vor. Die eine, recht frisch und fest aussehend, zeigt in einer bläulichgrauen Grundmasse, welche bei weitem den Hauptantheil an der Zusammensetzung nimmt, bis zu 5 Mm. grosse Individuen von wasserhellem Sanidin, in geringerer Menge dunkelgrüne, lebhaft glänzende Augitkrystalle und Körner, die häufig zerbrochen in Gruppen zusammengeworfen erscheinen; ferner schön entwickelte, schwarze, hexagonale Säulchen mit der Pyramide in ungefähr ein Viertel der Quantität des Augits. Die Säulchen, welche häufig eine Länge von 3—4 Mm. und eine Dicke von 1 Mm. erreichen, erweisen sich bei genauer Untersuchung als Apatit.

Hornblende ist makroskopisch nicht viel zu finden. Spärlich eingestreut trifft man ausserdem noch sechsseitige Täfelchen von schwarzem Biotit.

Ungefähr dasselbe lässt sich von dem früher genannten Trachyt des Mischbesun sagen, wie denn überhaupt die gegebene Beschreibung im Wesentlichen auf sämmtliche, im Folgenden unter der Bezeichnung „grauer Trachyt" aufgeführte Vorkommnisse passt. Abweichungen in Farbennuancen, Grad der Zersetzung, Structurverschiedenheiten und Mengenverhältniss der Bestandtheile sollen

Digitized by Google

an geeigneter Stelle stets angeführt werden. So ist der graue Trachyt vom Mischbesun besonders reich an Apatit und enthält mehr Glimmer als der von Bosmitschal.

Die andere, seltenere Varietät ist schwarz. Aus der dunkeln, stark vorwaltenden Grundmasse heben sich die grösseren, weissen, häufig etwas trüben Feldspathe scharf ab. Abgesehen von der dunkeln Färbung unterscheidet sich dieser Trachyt nicht wesentlich vom grauen; schwarzer Glimmer ist weniger selten, grössere Apatitsäulen zeigen nicht das vollständige Schwarz, wie man es an den Apatiten der grauen Varietäten sieht, sondern sie sind durchscheinend und vom Aussehen des Rauchtopas.

Südlich von Bosmitschal erwähnt Tietze zwei Nebenerhebungen des Demavend, den Ser i Melarcharun und den Ser i Guseng. Das oft plattig abgesonderte Hauptgestein dieser beiden Bergrücken ist kaum von der grauen Abänderung auf Bosmitschal zu unterscheiden. Neben demselben kommen aber auch hier dunkle Trachyte vor. Das Gestein von Ser i Guseng, die seltenere Varietät daselbst repräsentirend, ist ein Trachyt mit schwarzer, schwach fettglänzender und fein poröser Grundmasse, aus welcher sich weisse, kleine, theils glashelle, theils trübdunkle Sanidine abheben, daneben findet sich viel hellbrauner Glimmer; Augit und Hornblende treten sehr zurück. Grössere Poren sind von einer weisslichen Ausblühung überzogen, wodurch das Gestein, besonders an der Oberfläche, fein weiss gesprenkelt aussieht.

Das Gipfelgestein des Ser i Guseng ist ein leicht in's Röthliche spielender, poröser und stellenweise zersetzter Trachyt mit bräunlicher bis schwärzlicher, schlackiger Oberfläche. Der Sanidin ist meist grau und trüb, brauner Glimmer ist häufig, Apatit, Augit und Hornblende spärlich vorhanden.

In derselben Weise schlackig ist der etwas dunklere, doch weniger zersetzte Trachyt von der Südseite des Gipfels des Ser i Melarcharun. Er enthält viel braunen Glimmer, dunkelgrüner Augit und röthlichbraune Hornblende sind eben nicht selten, auch Apatitsäulchen kann man makroskopisch beobachten.

Neben diesen Varietäten liegt noch ein ziegelrothes, leicht zerreibliches Gestein vor, von dessen Gemengtheilen man makroskopisch in der Grundmasse nur grössere und kleinere weisse, beinmatte Feldspathkrystalle und Körner erkennen kann. Unter dem

Digitized by Google

Mikroskope gewahrt man in der trüben Grundmasse sämmtliche Gemengtheile des Trachyts, alle vollständig weiss oder röthlich zersetzt, in derselben Weise, wie es später von einem Trachyt des Kraterrandes beschrieben werden soll. Das sehr seltene Gestein stammt vom Kamm des Ser i Melarcharun und von einem Gange oben am Rücken und ist nichts anderes als ein wahrscheinlich durch sauere Dämpfe vollständig zersetzter Trachyt.

Oestlich von den genannten Erhebungen ist der Aussichtspunkt Ser i Bische. Der hier anstehende graue Trachyt zeigt, soweit man aus einem Handstücke ersehen kann, nahezu schiefrige Structur. Feldspath ist selten in grösseren Krystallen wahrzunehmen, dunkelgrüner Augit und schwarze Hornblende sind ziemlich häufig, ebenso fehlen auch hier nicht die schwarzen Apatitsäulchen, Biotit trifft man ungemein selten.

Der graue Trachyt von Borigo, nördlich von Bosmitschal ist vollkommen identisch mit dem vom letzteren Fundorte; auffallend sind die bis 2 Mm. dicken Apatitsäulen, die sich hier neben kleineren manchmal finden. Das Gestein zeigt an der Oberfläche vielfach weissliche Zersetzung.

Einer neuen Trachytvarietät begegnet man in einem Gesteine aus der Selwas-Schlucht. Offenbar liegt hier die von Filippi (Note di un viaggio in Persia, Milano 1865, p. 262) unterschiedene rothe Varietät mit „mehr dichter Structur und tombakbraunem Glimmer" vor. Das matt röthlich gefärbte Gestein besitzt eine makroskopisch allerdings fast dicht aussehende, unter dem Mikroskope aber fein krystallinische Grundmasse mit grösseren Krystallen von Sanidin, Augit und spärlichen braunen Glimmerblättchen. Apatit in der bekannten Form und Grösse ist hier ebenso häufig, als in den früher genannten Vorkommnissen zu beobachten; doch sind die Kryställchen hier durchaus tief braunroth gefärbt. Das Gestein hat gegenüber den anderen Varietäten ein ungemein mattes Ansehen und erscheint, mit der Loupe betrachtet, wie mit feinem, weisslichem Staub durchsetzt. Neben dieser röthlichen Abart findet sich hier auch die graue, von Bosmitschal bekannte Varietät mit schönen sechsseitigen Glimmertäfelchen und zahlreichen grösseren, meist prachtvoll entwickelten Apatitkrystallen.

Zwischen der Selwas-Schlucht, dem Borigo und dem Ser i Melarcharun finden sich, in losen Stücken umherliegend,

Digitized by Google

wieder die schon wiederholt genannten Varietäten, eine seltenere, hellgraue und an der Oberfläche weiss zersetzte und eine schwarze, ähnlich der von Ser i Guseng.

Neben diesen unzweifelhaften Trachyten kommen in derselben Gegend in zahlreichen, abgerundeten, grösseren und kleineren Auswürflingen trachytische Gläser vor, an welchen man drei Abänderungen unterscheiden kann: eine dunkelziegelrothe, eine gelbe und eine hellgraue.

Die erste zeigt in einer feinblasigen, rothen Glasgrundmasse ausgeschiedene, schöne Sanidine, viel braunen, sechsseitigen Glimmer, ferner Augit und Hornblende. Gar nicht selten beobachtet man bis 4 Mm. lange, glashelle, schön weingelbe Säulen, die sich bei genauerem Zusehen als Apatit herausstellen.

Durch die verhältnissmässig grosse Zahl der ausgeschiedenen krystallinen Bestandtheile lehnt sich das Gestein noch sehr an die Trachyte an. Viel mehr schon den schaumig aufgeblähten Bimssteincharakter trägt die zweite, gelbe Varietät. Die Blasen sind stellenweise grösser, die Zahl der krystallinen Ausscheidungen geringer, besonders tritt, im Vergleich mit der vorigen, der Glimmer zurück.

Aehnlich verhält sich die etwas glimmerreichere dritte Varietät, die in ausgesprochenen vulcanischen Bomben erscheint. Der Glimmer ist dunkel und stärker vertreten, als in der gelben Abart.

Haben wir es hier auch nicht mit „typischem" Bimsstein zu thun, so dürfte dieser Name, der bei Kotschy (Peterm. Mitth. 1859) so oft wiederkehrt, für dieses Gestein doch nicht so unzutreffend sein. Es muss dies umsomehr hervorgehoben werden, als Filippi (l. c. p. 264) die diesbezüglichen Angaben Kotschy's anzweifelt [1]).

Unter dem Mikroskope beobachtet man dasselbe Maschenwerk eines homogenen Glases, wie es auch sonst, z. B. vom Bimsstein aus dem Trass des Brohlthales, bekannt ist. An mikroskopischen, rundlichen oder länglichen Glasbläschen, stellenweise lang ausgezogen und dem Hauptzuge des Maschenwerkes S-förmig gebogen folgend ist das Glas reich. Kleine Feldspathleisten, Augitkörner und Mikrolithen sind spärlich eingestreut.

[1]) Allerdings möchte man aus der wiederholten Erwähnung von Bimsstein bei Kotschy auf ein noch viel häufigeres Vorkommen desselben schliessen, doch dürfte der Botaniker nicht selten, weniger kritisch, poröse, echte Trachyte mit „bimssteinartig" bezeichnet haben.

Digitized by Google

Die Mehrzahl der krystallinen Ausscheidungen sind grössere Individuen von Sanidin, Augit, Glimmer und Magnetit; Hornblende ist sehr selten anzutreffen. Der Augit ist sehr frisch und rein, der Sanidin häufig durch Gasporen und Einschlüsse der Grundmasse getrübt. Zerbrochene Krystalle sind sehr oft zu sehen.

Ein ähnliches Bild gibt die zweite Varietät; das Glas ist hier gelb, Gasporen sind seltener, auch dürfte die Zahl der winzigen krystallinen Ausscheidungen (Mikrolithe von Feldspath, Augit und Hornblende und Krystallite) bedeutender sein.

Wie schon erwähnt, weicht die erste, rothgefärbte Varietät dieser Auswürflinge am meisten von dem Gesagten ab. Die immer noch vorwaltende, rundliche Maschen bildende, glasige Grundmasse von lebhaft rothbrauner Farbe, zeigt bereits zahlreiche mikroskopische Entglasungsproducte von Feldspath, Augit und wahrscheinlich auch Hornblende.

Kleine, unregelmässig gestaltete oder auch deutlich sechsseitige, rothbraune Täfelchen sind eher Eisenglimmer als Biotit, grössere, meist unbestimmt begrenzte, zuweilen dunkelweinroth durchscheinende, sonst durchaus opake Körner können mit Rücksicht auf das später zu erwähnende Vorkommen von makroskopischem Eisenglanz an rothen Varietäten des Trachyts wohl nur auf dieses Mineral gedeutet werden. Daneben finden sich unzweifelhafte Magnetitkrystalle und Körner. Die makroskopisch ausgeschiedenen Krystalle von Sanidin, Augit und Biotit zeigen unter dem Mikroskope dieselben Eigenschaften, wie in den Trachyten. Auffallend sind die ungemein grossen Glaseinschlüsse des Augits mit fixem Bläschen, die sich bei 50-facher Vergrösserung sehr gut beobachten lassen.

Ausser den genannten Vorkommnissen sind nun durch zahlreiche Handstücke die Trachytvarietäten von Ab i Germ und Ab i Frengi, vom Berge Kordun und dem Kioro, aus der Gegend von Ask und Pelur, endlich aus dem Geschiebe des Heras und den Breccien, welche Tietze zwischen Ab i Germ und Melar fand, vertreten.

Man erkennt in ihnen immer wieder die drei schon beschriebenen Varietäten des Trachyts, die graue, röthliche und schwarze, mit geringen Abweichungen in Farbennuancen und Verwitterungsgraden oder solchen, welche durch besonderes Vorwalten eines oder

Digitized by Google

des anderen Gemengtheiles hervorgerufen werden. Vorwaltend scheint die bläulichgraue Varietät zu sein, wie sie am Berge Nasru und am Kordun, in der Umgebung der Quellen Siower und von Ab i Frengi und als säulenbildender Trachyt von Ask auftritt.

Dieser letztere wird von Filippi (vgl. Tietze l. c. p. 202) als Basalt angesprochen. Das sehr frische und feste hellblaugraue Gestein kann, wenn es auch vielleicht nicht sofort als Trachyt sich präsentirt, dennoch auch dem flüchtigsten Blick nicht als Basalt erscheinen. Die porphyrartige Structur ist auch hier, wie in den übrigen Trachyten, wohl zu erkennen; wenn auch nur wenige grössere Sanidine der deutlich krystallinen Grundmasse gegenüberstehen, so heben sich doch die spärlichen grösseren, sechsseitigen Täfelchen von dunklem Biotit und die häufigen meist kleinen, schwarzen Apatitsäulchen und grünen Augitkrystalle scharf von derselben ab. An den Absonderungsflächen ist das Gestein röthlichbraun gefärbt, was wohl von einer Zersetzung des hier so häufigen Magnetits herrührt.

Der graue Trachyt von der Bergrippe des Kordun, die nördlich von Ask in den Heras hineinragt, ist heller und grobkörniger, als der von Bosmitschal und sieht in Folge der Zersetzung einzelner Gemengtheile röthlich-braun gesprenkelt aus. Dunkler Glimmer ist selten, Augit und Apatit häufiger; die total schwarzen Säulen des letzteren erhalten zuweilen durch bunte Anlauffarben ein nahezu metallisches Aussehen.

Durch seinen Reichthum an Hornblende tritt der graue Trachyt vom Berge Nasru im Gegensatz zu allen anderen Demavend-Trachyten. Dieselbe, schwarz und stark glänzend, erscheint hier in sechs und mehr Millimeter langen Krystallen in der Grundmasse eingebettet.

Der Trachyt ist porenreich, zum Theil grobporös; in diesen Poren findet sich in allseitig oder wenigstens nach einer Richtung hin frei entwickelten, ca. 1 Mm. grossen Kryställchen Hypersthen, in der Art seines Auftretens lebhaft erinnernd an das Vorkommen dieses Minerals im Trachyt von Mont d'ore.

Zwischen der Quelle Nasru und Siower und in der Umgebung der letzteren kommen mehrere Trachytvarietäten vor. Ein grauer Trachyt zwischen beiden Quellen in einer Höhe von

Digitized by Google

ca. 9000—10.000', dunkler als der von Kordun und Nasru, zeigt eine stark vorwaltende, dicht aussehende Grundmasse, aus der sich matter Feldspath und spärliche, aber besonders schön entwickelte, bis 3 Mm. breite Täfelchen von schönem, sechsseitigem, schwärzlichem Biotit porphyrisch abheben. Hornblende ist makroskopisch nicht zu beobachten, Augit und Apatit treten mehr zurück.

In der Nähe der Quelle Siower findet sich ein röthlicher Trachyt, ähnlich dem aus der Selwas-Schlucht beschriebenen; doch ist der rothbraune Glimmer sehr vorherrschend; der Apatit in trübrothen Säulchen ist hier sehr häufig und in grösseren Individuen vertreten, als dort.

Aus derselben Gegend von einem anstehenden hohen Felsen am linken Thalursprunge stammt auch ein grauer Trachyt, der sich von den früher beschriebenen wenigstens makroskopisch durch seine dunkle Grundmasse und die gelben, trüben Feldspathkrystalle auffallend unterscheidet.

Zwischen beiden früher genannten Quellen tritt nun noch eine neue Abart auf. Es ist ein dunkelgraues, poröses und stark glasiges Gestein mit ausgeschiedenem, wasserhellem Sanidin, grünem Augit und viel braunem Glimmer. Abgesehen von der Farbe, schliesst es sich enge an die früher erwähnten trachytischen Gläser an und bildet ein Verbindungsglied zwischen diesen und den übrigen Trachyten. Wie jenen fehlt auch ihm der schwarze Apatit, an dessen Stelle, wie dort, glashelle Säulen treten. Sie sind seltener als die schwarzen in den übrigen Trachyten, makroskopisch wohl auch wegen ihrer nicht auffallenden Färbung schwerer aufzufinden.

Einen ähnlichen, doch heller gefärbten, glasreichen Trachyt trifft man auch zwischen Ask und Pelur. Er ist lockerer und enthält lange, glänzende Krystalle von schwarzer Hornblende. Der wasserhelle Apatit ist häufiger, als in dem früher genannten. Auch in der Gegend zwischen der Brücke von Pelur und dem Kioro steht dasselbe Gestein etwas dunkler gefärbt an.

Aus dem nördlich von Pelur gelegenen kleinen Thale Abi Frengi liegen zwei Trachytabarten vor; die eine gehört dem schon oft genannten grauen Demavendtrachyte an, die andere der ebenfalls erwähnten schwarzen Abänderung.

Digitized by Google

Wie mannigfaltig übrigens die Gesteine unseres Vulkans in Tracht und Structur selbst in unmittelbarer Nachbarschaft variiren können, beweist gerade diese Stelle ganz vorzüglich. Mit derselben Etiquette „oberhalb der Quelle Ab i Frengi" kommen in der Sammlung drei makroskopisch in Farbe und Structur wohl unterschiedene Abänderungen vor. Die eine, bläulich-grau, mit vorwaltender Grundmasse und wenig grösseren Feldspathkrystallen, die andere ins röthlich-violette spielend, feldspathreicher und körniger, beide fest und ohne Poren. Die dritte ist sehr porös, die Lücken durchaus von gleicher Grösse, mit freiem Auge deutlich erkennbar.

In diesen Hohlräumen erkennt man mit der Loupe viel Tridymit, der entweder in Form winziger, glänzender Schüppchen in der gewöhnlichen Weise die Wände auskleidet oder in halbkugeligen, an der Oberfläche rauhen, im Innern radialblättrigen Aggregaten erscheint. Dass der Gedanke an Tridymit hier sehr berechtigt ist, soll später begründet werden. Grössere Poren sind von haarfeinen, starkglänzenden gelblichen Nadeln überspannt, die sich im polarisirten Lichte als einem mono- oder triklinen Minerale angehörig erwiesen, dessen Bestimmung übrigens nicht weiter möglich war.

In allen drei Abänderungen betheiligt sich Hornblende an der Zusammensetzung. Ein ähnlicher, tridymitreicher, jedoch weniger poröser und schwach ins röthliche spielender Trachyt findet sich noch thalabwärts am rechten Gehänge; er ist sehr zur Zersetzung und Staubbildung geneigt.

Die schwarze Varietät erinnert durch ihr kleinblasiges Gefüge und ihren Fettglanz an jüngere Laven. Die constituirenden Elemente sind dieselben, wie überall; schwarzer Glimmer und Hornblende kommen sehr untergeordnet vor, auch der Apatit scheint seltener zu sein. Sie ist nicht so häufig wie die graue und bildet laut Angabe wahrscheinlich Gänge in der letzteren.

Zwischen Ab i Frengi und Pelur springt gegen den Heras der Bergrücken Kioro vor, über welchen der Weg von Ask nach Pelur führt. Der hier anstehende röthliche Trachyt zeigt an seiner Oberfläche zahlreiche, hübsche Eisenglanzkryställchen, deren

Digitized by Google

Tietze wiederholt Erwähnung gethan hat [1]). Besonders auffallend sind hier die zahlreichen, allseitig schön entwickelten Apatitsäulen von trübziegelrother Farbe. Hornblende scheint zu fehlen; braunrother Glimmer ist sehr selten. Auf demselben Wege findet sich auch die schon öfter genannte schwarze Trachytvarietät mit etwas hellerem Tone.

Noch zwei heller gefärbte Abänderungen treten hier auf. Beide sind weisslich grau, sehr zur Zersetzung geneigt und führen Hornblende neben dem immer noch vorwaltenden Augit, doch besitzt die eine leichter zerreibliche Abänderung nicht eben spärlichen, braunen Glimmer und viel glasglänzenden, durchscheinenden Apatit, während die andere schwarzen Apatit und wenig dunkeln Glimmer führt.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass sich in der Gegend von Ask ein ähnlicher, rother Trachyt wiederfindet, wie er aus der Selwas-Schlucht beschrieben wurde.

Von Ask stammt auch ein hellgraues, ungemein zerbrechliches und zwischen den Fingern leicht zerreibliches eruptives Product, das auf den ersten Blick einem total zersetzten Trachyt ähnlich sieht. Unter dem Mikroskope erkennt man jedoch ein vollkommen homogenes, vielfach gewundenes und von zahlreichen Gasporen durchsetztes Glas mit sehr spärlich ausgeschiedenem Feldspath in zerbrochenen Individuen oder in Körnern, die häufig in Gruppen zusammengeführt und von Glasbasis verbunden erscheinen. Häufiger sind hübsche, schwarze Glimmerblättchen, die in Schnitten parallel *c* oft stark verbogen und zerblättert aussehen; von anderen Gemengtheilen ist wenig zu treffen. Es scheint hier eine ungemein rasche Abkühlung das bewegte Magma getroffen zu haben.

An die angeführten Trachyte und trachytischen Gläser reihen sich nun eine grosse Zahl von Conglomeraten und Proben von Geschieben, wie sie sich im Heras und am rechten Ufer dieses Flusses finden, ferner aus der Trümmerschicht zwischen dem festen Kalkstein des Serdalosch und dem Kalksinter von Ask [2]).

Die zusammensetzenden Elemente der Conglomerate und Breccien sind die verschiedenen Trachytvarietäten des Demavend,

[1]) Vgl. Jahrb. der geol. Reichsanstalt 1878, p. 193 und Verhandl. der geol. Reichsanstalt 1874, p. 360.

[2]) Vgl. Tietze, Vulkan Demavend l. c. p. 104 u. 197 ff.

Digitized by Google

verbunden durch fein zerriebenes trachytisches Tuffbindemittel. Grösstentheils aus rothem Trachyt mit viel Eisenglanz und Apatit besteht das grossbrockige Conglomerat zwischen Abi Germ nnd dem kleinen Thale Usche. Den Berg setzt hier ein grauer, ungemein feinkörniger, stellenweise plattig abgesonderter Trachyt zusammen.

In derselben Gegend steht auch in kleinen Partien ein Conglomerat an, dessen Bestandtheile z. Th. der glasreichen Varietät mit wasserhellem Apatit angehören.

Der graue Trachyt aus dem Trümmergestein zwischen dem festen Kalk und dem Kalksinter des höchsten Sinterhügels am rechten Herasufer bei Ask erinnern sehr an den grauen Trachyt vom Kordun.

Die übrigen Proben aus den Geschieben am rechten Herasufer zeigen kleinbrockige Conglomerate mit gelblichem Bindemittel und mehr weniger zersetztem, vorwaltend grauem Trachyt. Sedimentäre Gebilde scheinen hier nirgends Antheil an der Gesteinsbildung genommen zu haben. Durch Zersetzung des Magnetits ist das Conglomerat vielfach von Eisenocker braungelb gefärbt.

Anhangsweise sei hier noch ein Gestein erwähnt, welches sich in der hiesigen Sammlung fand. Nach seiner Etiquette stammt es von der Nordseite der Lehne des Kraters, von wo auch Kotschy mannigfach gefärbte und zersetzte Laven mit eingesprengtem Schwefel erwähnt.

Es ist ein grauer, vollständig zersetzter Trachyt. Auf der Oberfläche sieht man eine Kruste von hellgelbem, krystallinem Schwefel, das Innere ist von zahllosen eingesprengten Schwefelpartien durchsetzt, so dass kaum eine Stelle von einem Quadratmillimeter zu finden ist, welche frei von Schwefel wäre. Das Gestein musste also vollständig von schwefeligen Dämpfen durchtränkt worden sein.

Interessant ist die Metamorphose der Gemengtheile. Die Grundmasse im ganzen behielt zwar ihre Farbe, erscheint aber unter dem Mikroskope trüb und ohne Einwirkung auf polarisirtes Licht.

Die einzelnen Gemengtheile sind sämmtlich zersetzt. Der Sanidin sieht makroskopisch scheinbar frisch und unzersetzt aus; meist zeigt er noch seinen Glasglanz; doch lassen sich die Krystalle

Digitized by Google

leicht mit der Nadel ritzen oder selbst zwischen den Fingern zerreiben. Unter dem Mikroskope lässt er überall noch deutlich seine charakteristische Structur erkennen. Zwischen gekreuztem Nikol dagegen verhält er sich völlig wie ein einfach brechender Körper; nur hin und wieder leuchten unzersetzt gebliebene Pünktchen und Fleckchen bei einer Horizontaldrehung auf. Ebenso verhalten sich die übrigen Bestandtheile; relativ am frischesten sind noch die Augite.

Ein eigenthümliches Ansehen bietet der Biotit. Die schön sechsseitigen Täfelchen haben zwar ihre Gestalt wie ihre Mikrostructur vollkommen erhalten, sind aber sämmtlich matt beinweiss geworden, mit schwachem Schiller auf den deutlichen Spaltungsflächen. Stellenweise ist auch die Grundmasse zu einem grell weissen Mehl metamorphosirt.

So verschiedenartig nun nach dieser Uebersicht das Material scheinen mag, so einfach gestaltet es sich in mikroskopischer Hinsicht, so dass sich trotz der Mannigfaltigkeit, die äusserlich an den verschiedenen Vorkommnissen auffällt, dennoch eine gemeinsame Behandlung aller Varietäten empfiehlt.

Mit wenig Ausnahmen hat man unter dem Mikroskope immer wieder dasselbe Bild. Die grösste Verschiedenheit fällt an der Grundmasse auf, während die übrigen constituirenden Elemente durchaus nahezu dieselben Eigenheiten bieten. Unter ihnen ist der bei weitem am meisten vorwaltende Gemengtheil der

Sanidin.

Dem Sanidin gehört sowohl in den glasigen (mit Ausschluss der früher genannten Bimssteine), als ganz besonders in den glasfreien Trachyten die Hauptmasse des Grundteiges und die Mehrzahl der grösseren Ausscheidungen an. Was diese letzteren betrifft, so bieten sie wenig, was sie von den Sanidinen anderer Trachyte auffallend auszeichnete. Sanidin erscheint entweder in allseitig wohl entwickelten, gegen die Grundmasse scharf oder häufiger verschwommen begrenzten Krystallen oder in Körnern. Die Querschnitte der grösseren Individuen fallen, je nachdem der Krystall getroffen wurde, sehr mannigfaltig aus; in der Grundmasse dagegen trifft man häufiger lang leistenförmige Durchschnitte. Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze sind nicht selten; oft erweisen sich Querschnitte,

Digitized by Google

welche im gewöhnlichen Lichte einem Individuum anzugehören schienen, zwischen den Nicols als aus zwei verschieden situirten und höchst unregelmässig gegeneinander begrenzten Individuen zusammengesetzt.

Manchmal vollkommen rein und wasserhell und dann so lebhaft polarisirend, dass er mit Quarz verwechselt werden könnte, ist doch die Mehrzahl getrübt von winzigen Gasblasen und Glaseinschlüssen in allen möglichen Anordnungen: central, während der Rand hell bleibt, oder am Rande und dann diesen gegen die Grundmasse verwischend, oder auch den ganzen Krystall in unregelmässig zerstreuten Flecken trübend.

Nicht selten finden sie sich in einer den Umrissen folgenden, nach innen und aussen scharf begrenzten Zone, so dass der mittlere Theil und ein schmaler Rand vollkommen rein bleiben. Besonders in den schwarzen und glasigen Varietäten trifft man in den Sanidinen rundlich, langgezogene oder auch, und dies am häufigsten, unregelmässig verästelte Hohlräume von bedeutend grösseren Dimensionen, als die sonst zerstreuten Gasporen, im Innern wie mit feinem Staub bedeckt und zwischen sich die reinen Partien in schnörkelhaften Windungen freilassend. In gegen die Grundmasse scharf begrenzten Krystallen lassen auch sie, wie die Gasporen und Glaseinschlüsse einen scharf begrenzten hellen Rand frei. Die sonst so häufige Schalenstructur findet sich nur selten an Individuen der glasreichen Varietäten angedeutet.

Von Einschlüssen anderer Mineralien ist neben den auch sonst bekannten Augit- und Hornblendemikrolithen besonders der Apatit zu erwähnen.

Nur selten beobachtet man ihn in Form langer, gegliederter, grellweisser Nadeln, viel häufiger in grösseren Krystallen mit abgerundeten Ecken und den für dieses Mineral hier so charakteristischen Interpositionen, Gasblasen und Glaseinschlüsse. Letztere meist gelblichbraun gefärbt und ohne Bläschen, zeigen nichts wesentlich neues. Auffallend ist die grosse Zahl der Gasbläschen in manchen Sanidinen, besonders jener Trachyte, deren Grundmasse ebenfalls massenhaft solche Gebilde einschliesst.

Was die Vertheilung der Individuen in der Grundmasse betrifft, so findet sich viel seltener, als dies bei den übrigen Gemengtheilen der Fall ist, eine stellenweise Anhäufung; meist sind die-

Digitized by Google

selben gleichmässig zerstreut. Bezüglich der Grössenverhältnisse findet man entweder einen allmäligen Uebergang von den winzigen Kryställchen der Grundmasse, bis zu den makroskopisch ausgeschiedenen Individuen, wie dies z. B. der graue Trachyt vom Kordun zeigt, oder es stehen den Krystallen der Grundmasse plötzlich grössere gegenüber.

Neben dem Sanidin tritt auch

Plagioklas

auf. Er kommt überall untergeordnet vor. Wenn man auch von keiner Varietät sagen kann, dass ihr der Plagioklas gänzlich fehlt, so ist er auch in keiner von grösserem Belang. Relativ am häufigsten beobachtet man ihn in dem weisslichgrauen Trachyt zwischen Ask und Laar, und in den glasreicheren Varietäten.

Man findet ihn sowohl in der Grundmasse, als auch in grösseren Krystallen häufig in der Weise, dass zwei gestreifte Individuen als Karlsbader Zwillinge verwachsen sind. Im Uebrigen zeigt er überall dieselben Mikrostructurverhältnisse, wie der Sanidin, von dem er überhaupt nur durch die bunte Streifung zu unterscheiden ist.

An den Sanidin, als den weit überwiegenden Gemengtheil, schliessen sich nun die übrigen, mehr untergeordneten, constituirenden Mineralien, Augit und Biotit an. Apatit erscheint in der Mehrzahl der vorliegenden Trachyte in so bedeutenden Quantitäten, dass er mit Recht hier angereiht werden kann. Wo Hornblende auftritt, ist sie dem Augit gegenüber in der Regel sehr untergeordnet; nur in wenigen Fällen steht sie mit ihm ungefähr im Gleichgewicht, in vielen Varietäten fehlt sie ganz. An diese zum Theil sehr charakteristischen Gemengtheile schliessen sich die accessorischen Mineralien: Hypersthen, Tridymit, Magnetit und Hämatit an.

Augit.

Der Augit, an Zahl zunächst dem Sanidin das häufigste Mineral, kommt in der Regel in allseitig schön ausgebildeten Individuen, in Körnern oder als Krystallfragment vor. Er ist, mit Ausnahme weniger, sogleich zu nennender Vorkommnisse, stets rein,

Digitized by Google

ohne die geringste Spur von Zersetzung, mit gegen die Grundmasse scharf abgesetzten Umrissen. Nur in den röthlichen Trachyten von der Selwas-Schlucht und aus der Gegend von Ask trifft man die Mehrzahl der Augite vom Rande gegen die Mitte allmälig verschwindend braun gefärbt. Aehnlich verhalten sich die Augite im röthlichen Trachyt von Kioro, wo sich nicht selten durchaus schmutzig graubraun gefärbte Individuen finden. Die Ursache dieser Erscheinung ist nicht in Interpositionen, sondern in fein vertheiltem Pigment zu suchen. Die makroskopisch überall dunkelgrün gefärbten Augite erscheinen im Dünnschliff hell gelblichgrün, bei grosser Dünne fast farblos.

Von Dichroismus zeigen sie selbst bei grösserer Dicke des Schliffes keine Spur, wodurch sie sehr schnell von Hypersthen und Hornblende unterschieden werden können. Von der letzteren unterscheiden sie sich übrigens bequem durch die überall deutlich hervortretende Spaltbarkeit. Neben diesen parallel den Prismenflächen verlaufenden Spalten zeigen sie sich von zahlreichen, unregelmässig sich kreuzenden Sprüngen durchsetzt.

Zwillingen nach dem bekannten Gesetze begegnet man häufig; dabei kann man fast immer die von Rosenbusch erwähnte Erscheinung beobachten, dass zwischen den grösseren Hälften mehrere dünne Lamellen in Zwillingsstellung interponirt sind. Die sonst nicht selten auftretende Schalenstructur fehlt hier überall.

Von Einschlüssen, deren es im allgemeinen nicht viele gibt, sind Magnetit, oft in scharfeckigen Kryställchen, und ebenso, wie bei den Sanidinen, grössere, an den Ecken abgerundete Apatitkrystalle zu erwähnen.

Dass dieses letztere Mineral zu den zuerst auskrystallisirten Bestandtheilen gehört, dafür spricht unter anderem auch der Umstand, dass manchmal Sanidine Augitfragmente umschliessen, die ihrerseits wieder wohl entwickelte Apatite enthalten. Besonders auffallend sind die grossen Glaseier in den Augiten; sie enthalten oft mehrere gelblich erscheinende Bläschen, selten irgendwelche Entglasung. Ihre Form ist in der Regel rundlich, oval, seltener langgezogen; manchmal zeigen sie deutlich polygonale Umrisse, jedoch ohne dass zwischen ihnen und den Krystallumrissen immer ein erkennbarer Zusammenhang herrschte.

Digitized by Google

Die lebhafte Bewegung der gluthflüssigen Masse erkennt man neben der durchgehenden Zerbrechung der Individuen auch besonders deutlich daran, dass die Augite und Augitfragmente mit anderen Gemengtheilen in der Regel in Haufen untereinandergeworfen erscheinen; solche Gruppen von Augit, Hornblende, Apatit etc. geben dann mit den bizzarren Formen des opaken Magnetits zwischen gekreuzten Nicols ein brillantes Mosaikbild.

Hornblende.

In sehr geringen Mengen nimmt sie in den meisten Varietäten an der Zusammensetzung Antheil; in wenigen tritt sie dem Augit nahezu gleichwerthig an die Seite. Charakteristisch ist sie für alle schwarzen Abänderungen; von den rothen zeigen die einen sie in ganz hervorragender Weise, wie z. B. der rothe Trachyt von der Quelle Siower, mehr untergeordnet der von Ask. Dem rothen Trachyt aus der Selwas-Schlucht, welcher im Uebrigen dem von Ask so ähnlich sieht, scheint sie jedoch ganz zu fehlen, ebenso dem vom Kioro. Unter den grauen Varietäten findet man sie besonders häufig im Trachyt von Nasru und dem von Bosmitschal, ferner, jedoch etwas seltener, in den glasigen Trachyten mit wasserhellem Apatit. Dagegen fehlt sie in ausgesprochenen Bimssteinen, im säulenförmig abgesonderten Trachyt von Ask[1]), im grauen Trachyt von Kordun und dem, welcher die Borigo-Felsen zusammensetzt. In allen übrigen nimmt sie einen so untergeordneten Antheil an der Zusammensetzung, dass sie nur sehr schwer zu treffen ist.

Wo die Hornblende in einigermassen grösseren Krystallen oder Körnern erscheint, zeigt sie überall die bekannte Mikrostructur. Mit Ausnahme der glasigen Varietäten, wo sie meist vollkommen rein zu sehen ist, fehlt nirgends der so charakteristische Magnetithof, der nicht selten den grössten Theil Hornblendesubstanz bis auf eine kleine centrale Partie verdrängt hat. Selbst wenn, wie es nicht selten ist, ein Theil der Grundmasse eingeschlossen oder buchtenartig in das Innere des Krystalls eingedrungen ist, grenzt sich die Hornblende gegen diesen durch diese opake Zone ab. An eine

[1]) Vgl. p. 476.

Digitized by Google

Attraction von Magnetitsubstanz durch Hornblende ist hier durchaus nicht zu denken.

Die opake Zone setzt scharf gegen die Grundmasse ab und verliert sich nach innen zu in unbestimmten Grenzen. Es ist hier eine förmliche Verdrängung des einen Minerals durch das andere, wie sie sich noch viel deutlicher am Biotit zu erkennen gibt.

An Einschlüssen ist sie nicht reich; wo solche vorkommen, gleichen sie vollkommen denen des Augits. Die Farbe der Hornblende ist durchaus bräunlichgelb und dunkler, als die des Augits; der Dichroismus in der Regel sehr ausgesprochen.

Zerbrechung der Krystalle ist hier so häufig, wie bei Augit, oft findet man dann die Bruchstücke in der ursprünglichen Lage, nur etwas auseinandergedrängt und durch Grundmasse verbunden.

Biotit.

Wenn auch die Quantität des Biotits zwischen ziemlich weiten Grenzen schwankt, so gehört er doch zu den constantesten Gemengtheilen; man vermisst ihn in keiner Varietät.

Glimmerarm ist der säulenbildende Trachyt von Ask (vgl. unten), die röthliche Varietät daselbst und die ähnliche von der Selwas-Schlucht, während der röthliche Trachyt in der Nähe der Quelle Siower viel Biotit enthält. Reich an diesem Bestandtheile sind auch die glasigen Varietäten mit wasserhellem Apatit.

Immer erscheint er in schönen sechsseitigen, makroskopisch erkennbaren Täfelchen, manchmal von beträchtlicher Dicke (selbst bis zu 2 Mm.). In den röthlichen Varietäten ist er licht tombakbraun gefärbt, in den grauen dunkelbraun bis schwarz. Unter dem Mikroskope erscheint er daher entweder tief rothbraun oder dunkelbraun, fast ins grünliche spielend. Selten ist er intact, wie in den glasreichen Varietäten, in der Regel hat ihn von den Rändern her der Magnetit verdrängt. In Schnitten parallel zu *c* beobachtet man häufig, dass die opake Masse sich zwischen die einzelnen Lamellen oder Gruppen von solchen eingelagert hat. Ist diese Verdrängung weiter vorgeschritten, so bleibt von der ursprünglichen Substanz nichts oder nur geringe Spuren mehr zurück. Man hat dann lang leistenförmige oder sechsseitige Querschnitte, total ausgefüllt von Magnetitkörnern, zwischen welchen sich, wenn die Ausfüllung nicht

Digitized by Google

vollständig ist, eine lichtbräunliche Masse befindet, an welcher man in den leistenförmigen Querschnitten die lamellare Structur und den Dichroismus meist noch deutlich erkennen kann.

Eine derartige Verdrängung durch Magnetit trifft man sehr oft, so im grauen Trachyt von Bosmitschal, von Nasru und Kordun und besonders im säulenbildenden Trachyt von Ask. Sind die Durchschnitte nicht sehr günstig, so kann hier wohl ein Zweifel entstehen, ob das ursprüngliche Mineral Biotit oder Hornblende war, da bei letzterer eine ähnliche Verdrängung zu sehen ist und insofern kann es manchmal unrichtig sein, wenn man auf Abwesenheit derselben aus dem Fehlen unzweifelhafter Krystalle diagnostizirt. Dieselbe Erscheinung findet sich auch in den glimmerführenden, rothen Varietäten.

Interpositionen zeigt der Biotit spärlich; am öftesten begegnet man dem Apatit. Die Säulen liegen regelmässig mit ihrer Längsachse den Lamellen parallel und zeigen weniger häufig die abgerundeten Ecken, als dies bei Einschlüssen in Sanidin und Augit der Fall ist. Neben Apatit findet sich zuweilen Augit in Krystallfragmenten eingeschlossen.

Glaseinschlüsse meist von nicht unbeträchtlichen Dimensionen und grossem Bläschen liegen in Schnitten parallel *c* in der Regel in Form von Quadraten oder länglichen Rechtecken mit den Langseiten den Lamellen parallel zwischen den letzteren.

Verbiegungen, Aufblätterungen an den Rändern und Zerreissungen der Blättchen zeugen für die lebhafte Bewegung der flüssigen Gesteinsmasse, ebenso gruppenweise Anhäufungen mit Apatit und Augit.

Apatit.

Er ist zweifellos einer der interessantesten Gemengtheile dieser Trachyte.

Mit Ausnahme der glasreichen Varietäten zwischen Ask und Pelur und den Quellen Siower und Nasru, sowie der früher genannten Bimssteinauswürflinge auf Bosmitschal, wo er in durchsichtigen, wasserhellen oder weingelben Krystallen erscheint, trifft man ihn in allen übrigen in mehr weniger schwarzen, kaum durchscheinenden oder in den rothen Varietäten — ziegelrothen, allseitig schön entwickelten, sechsseitigen Säulen in der Combination

Digitized by Google

von Prisma und Grundpyramide ohne das sonst so häufige basische Pinakoid.

An ausgelösten Krystallen lassen sich die Kanten bequem messen; ausserdem vergewissert man sich über die Apatitnatur dieses Minerals sehr leicht sowohl im Dünnschiff, als an ausgesuchten Kryställchen mittels molybdaensauren Ammons. Die Kryställchen sind öfters matt, besonders die rothen Individuen, die Bruchflächen dagegen zeigen sehr lebhaften Glasglanz. Verwachsungen in der Weise, dass sich an die Prismenflächen einer grösseren centralen Säule kleinere mit ihren Prismensflächen so anlegen, dass die Hauptachsen aller Individuen parallel sind, kann man manchmal auch makroskopisch beobachten. Bezüglich der Grösse der Individuen finden sich alle Uebergänge von 0·1 Mm. (kleiner kaum) bis 4 Mm. Länge und mehr als ein Millimeter Dicke. Die relative Zahl der Apatite schwankt in den verschiedenen Varietäten zwischen weiten Grenzen; nirgends fehlt er ganz, ja man kann ihn geradezu das charakteristische Mineral der Demavendtrachyte nennen. Am häufigsten dürfte er ungefähr $^1/_4$ der Quantität des Augits ausmachen. In grösserer Zahl findet man ihn im säulenbildenden Trachyt von Ask, im grauen Trachyt vom Kordun und von Nasru und im röthlichen vom Kioro.

Unter dem Mikroskope erscheint er fast immer in vollkommen entwickelten Krystallen. Seine Durchschnitte sind demzufolge, wenn der Schnitt parallel *c*, langgestreckte, stets scharf begrenzte Hexagone ($\infty P . P$) oder mehr weniger reguläre Sechsecke, je nachdem der Schnitt die Hauptaxe getroffen hat. An Schnitten senkrecht zu *c* zeigt sich zuweilen eine ungleiche Entwickelung der abwechselnden Prismenflächen; die Längsschnitte werden oft durch gerade oder sanft gebogene Quersprünge gegliedert.

Vollkommen wasserhell mit einem leichten Stich ins Bläuliche oder Grünliche und fast ohne Interpositionen kommt er nur in den glasreichen Varietäten, wie sie von Bosmitschal, zwischen den Quellen Nasru und Siower und aus der Gegend zwischen Ask und Pelur genannt wurden, vor; selten beobachtet man ein Magnetitkorn oder, und zwar besonders längs der Spalten, winzige Glasporen eingeschlossen. Bei Drehung des Polarisators zeigt er merkliche Absorption, zwischen den Nicol schöne Polarisationsfarben. Die Mikrostructur aller übrigen makroskopisch schwarz aussehenden

Digitized by Google

Apatite ist nun eine sehr auffallende. Die Ursache der schwarzen Farbe liegt nämlich in einer Unzahl von Interpositionen in höchst regelmässiger Anordnung. (Vgl. Fig. 5, Taf. VIII.) Beobachtet man einen solchen Apatit im Dünnschiff, so erscheint er bei schwacher Vergrösserung wie bestaubt. Dieser Staub häuft sich entweder am Rande mehr an als in der Mitte oder er lässt den Rand rein und trübt den mittleren Theil des Durchschnittes. Nicht selten erfüllt er übrigens den ganzen Krystall bis auf einen hellen Rand so vollständig, dass der Querschnitt kaum noch durchscheinend ist. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man an Schnitten parallel *c* eine Unzahl von längeren und kürzeren vollkommen geraden und der Hauptaxe streng parallelen dunkeln Strichen. Bei genauerem Zusehen erkennt man an ihnen langgestreckte schmale Einschlüsse von gelblichem Glase. Gegen die Oberfläche des Krystalls zu häufen sie sich, lassen aber nach aussen gewöhnlich wieder einen helleren Rand frei.

Gegen die Pyramidenflächen hin verlieren sich die Striche in der Regel ebenfalls sehr oft, nachdem vorher auch hier durch Vermehrung der Interpositionen eine der Contour parallel laufende dunklere Zone entstanden ist. Nie aber tritt hier eine Aenderung in der Richtung der langgezogenen Interpositionen, etwa längs der Contouren der Pyramide ein. Zwischen diesen langgestreckten Einschlüssen sieht man dann meist kürzere in der Hauptaxe parallelen Reihen angeordnet. Ausser diesen durchziehen dann meist noch kleinere, rundliche Glaseinschlüsse schichtenweise geordnet, wie man durch Heben und Senken des Tubus erkennen kann, quer den Krytsall.

In Schnitten senkrecht zu *c* kann man in der Regel ein sich durchkreuzendes Strichsystem parallel den Contouren beobachten. Bei stärkerer Vergrösserung lösen sich die Striche in Punktreihen auf; sie entsprechen wahrscheinlich den langen geraden Interpositionen, die man im Längsschnitt sieht. Zwischen ihnen liegen dann unregelmässig zerstreut die übrigen Einschlüsse. Dass diese Interpositionen in der That, wenigstens der Mehrzahl nach, wirklich solide Körper und nicht etwa Hohlräume sind, dafür spricht neben der schmalen dunklen Umrandung auch vorzüglich der Umstand, dass sie, wenn man den Apatit im Dünnschliff mit einer Säure behandelt, als ein Haufwerk langer Nadeln ungelöst zurückbleiben.

Digitized by Google

In jenen Trachytvarietäten, in welchen der Apatit ziegelroth gefärbt ist, kommt diese Färbung nicht so sehr von anders gefärbten Interpositionen als vielmehr von einem fein vertheilten rothen Pigment her, das neben den gelblichen Einschlüssen die übrige Mineralmasse bis auf einen farblosen Rand durchsetzt.

Als Einschluss in Feldspath und Augit ist der Apatit oft viel reiner, zuweilen selbst so wie in den glasreichen Varietäten.

Absorbtion des Lichtes zeigen diese Apatite noch stärker, als die reinen, dagegen beobachtet man entweder gar keine oder nur sehr schwache Interferenzfarben.

Dass der Apatit zu den zuerst ausgeschiedenen Mineralien gehöre, wird vorzüglich dadurch wahrscheinlich, dass er nie andere Gemengtheile (mit Ausnahme etwa des Magnetits) einschliesst, dagegen selbst in allen anderen als Interposition getroffen wird.

Für die lebhafte Bewegung des glutflüssigen Magmas liefert auch er, wenn auch nicht durch ähnliche Zerbrechung, wie Augit und Hornblende, so doch durch seine häufigen Querspalten und dadurch, dass er sich sehr oft mit jenen in bunten Gruppen zusammengeworfen findet, einen deutlichen Beweis.

Hypersthen.

Dieses Mineral wurde zuerst in den Hohlräumen des grauen Trachyts von Nasru, in kaum 1 Mm. grossen, braungelben, glasglänzenden Kryställchen aufgewachsen gefunden. Es erscheint in der Mehrzahl der vorliegenden Trachyte in verschiedenen, mehr meniger untergeordneten Quantitäten als Gemengtheil der Grundmasse. Ganz zu fehlen scheint es nur den glasreichen Varietäten; in grösserer Zahl findet man es im grauen Trachyt vom Kordun und jenem, welcher die Borigo-Felsen zusammensetzt.

Die Krystalle erwiesen sich als rhombisch; die gefundenen Winkel lassen sich auf ein Axenkreuz zurückführen, welches mit dem der untersuchten krystallisirten Hypersthene und Bronzite nahe übereinstimmt.

Der Habitus der Combinationen ist ein bisher am Hypersthen noch nicht beobachteter. Die Fig. 1 und 3, Tafel VIII geben zwei häufig beobachtete Fälle. Die Krystalle sind schmal tafelförmig

Digitized by Google

nach der Fläche *b* (100)[1]), ausserdem tritt das Grundprisma *m* (110) und bisweilen als schmale Abstumpfung die Fläche *a* (010) auf. Terminal sind die Krystalle begrenzt durch eine Pyramide, welche an allen bisher untersuchten Hypersthenen nur untergeordnet auftritt, nämlich durch die Fläche *i* (212); als winzige Zuschärfung beobachtet man an vielen Krystallen noch eine zweite Pyramide *u* (234). Fig. 2, Tafel VIII gibt die Projection der beobachteten Flächen.

Die Fläche *b* zeigt häufig 1—2 grössere Spalten, die übrigen verticalen Flächen lassen wenige, sehr feine Längsstreifen erkennen, auf den Flächen *i* und *u* kann man ein dreifaches sich kreuzendes Strichsystem beobachten: zahlreiche feine Linien parallel den Combinationskanten *b i* und *b u*, ferner ebenso feine, aber spärlichere längs *i u*, endlich rauhe, unterbrochene Risse parallel *a i*. Dieses letztere Strichsystem scheint der Hauptspaltungsrichtung zu entsprechen, da die übrigens sehr spröden Krystalle nach Flächen parallel *a* leicht zerbrechen. (Vergl. Fig. 3, Taf. VIII.)

Oefter zeigt sich eine ungleiche Flächenentwicklung. So erscheint die Pyramide *i* nicht selten oben rechts vorn und links hinten gegenüber dem anderen Paare, sehr vorherrschend, wodurch die Krystalle ein monoklines Aussehen mit *b* als Basis erhalten.

Die Prismen und Pinakoide spiegeln in der Regel vortrefflich, doch gibt das *b* meist mehrere Reflexe. Die Pyramiden erscheinen in Folge der Striche etwas rauh; dieser Umstand und die durch ihre geringe Ausdehnung verursachte Lichtschwäche lassen in der Regel das Fadenkreuz nicht deutlich erkennen.

Die Messungen sind, so weit es die eben angeführten Verhältnisse gestatteten, mit möglichster Sorgfalt und zahlreichen Wiederholungen durchgeführt und aus den Fundamentalwinkeln *b i* und *a i*, die übrigen nach dem Zonenverbande der Flächen (vergl. Fig. 2) gerechnet.

Zum weiteren Vergleich sind in der untenstehenden Tabelle die beobachteten Winkel mit den Winkeln des Bronzit aus dem Meteorit von Breitenbach zusammengestellt, welcher seinerzeit von V. v. Lang gemessen wurde, ferner mit den Winkeln, des Amblystegit von Laach nach G. vom Rath.

[1]) Die Miller'schen Zeichen nach der Aufstellung von V. v. Lang in der Arbeit über den Bronzit von Breitenbach. S.-B. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1869. Aprilheft. Die Buchstabensignaturen nach G. vom Rath. Pogg. Ann. vol. 138. 1869.

Digitized by Google

Axenverhältniss:

	a :	*b* :	*c*
Hypersthen vom Demavend . . .	1 :	0·96345 :	0·5787
Bronzit von Breitenbach	1 :	0·9748 :	0·5711
Amblystegit von Laach	1 :	0·97016 :	0·57097

		Demavend beobachtet	Demavend gerechnet	Breitenbach	Laach
b . *i* =	100 . 122	69° 41′	—	69° 43′	69° 43′
b . *m* =	100 . 110	45 40	45° 40′	45 52	45 50
b . *u* =	100 . 324	53 42	53 21	53 34	53 35·5
a . *m* =	010 . 110	44 21	44 20	44 8	44 10
a . *i* =	010 . 122	43 53	—	44 22	—
a . *u* =	010 . 324	—	65 36	65 55	—
m . *i* =	110 . 122	40 39	40 41	41 1	—
m . *u* =	110 . 324	44 30	44 33	45 2	—
	110 . $\bar{1}$10	88 25	88 40	88 16	88 20
m . *m* =	110 . 1$\bar{1}$0	91 41	91 20	91 44	91 40
i . *i* =	122 . $\bar{1}$22	40 42	40 38	40 34	40 34
	122 . 1$\bar{2}$2	—	92 14	91 16	—
i . *u* =	122 . 324	—	23 22	23 16	—
u . *u* =	324 . $\bar{3}$24	72 51	73 18	72 52	72 49
	324 . 3$\bar{2}$4	—	48 48	48 10	—

Die Winkel der vorherrschenden Pyramide *i* zeigen eine bemerkenswerthe Aehnlichkeit mit den Winkeln der Grundform beim Chrysoberyll und Olivin; die folgende kleine Tabelle mag dies illustriren; es ist

i des Hypersthen	= *o* (111)	Chrysoberyll	= *e*	Olivin	
m „ „	= *s* (120)	„	und	Olivin	
b „ „	= *T* (010)	„	„	„	
a „ „	= *M* (100)	„	„	„	

		Hypersthen			Chrysoberyll	Olivin
b . *i* =	100 . 122	69° 41′	*T* . *o* =	010 . 111	69° 57′	69° 58′
b . *m* =	100 . 110	45 40	*T* . *s* =	010 . 120	46 46	47 2
a . *m* =	010 . 110	44 20	*M* . *s* =	100 . 120	43 14	42 58
m . *i* =	110 . 122	40 41	*s* . *o* =	120 . 111	39 57	39 29
i . *i* =	122 . $\bar{1}$22	40 38	*o* . *o* =	111 . 1$\bar{1}$1	40 7	40 5
=	122 . 1$\bar{2}$2	92 14	=	111 . $\bar{1}$11	93 44	94 44

Digitized by Google

Berechnet man das Axenverhältniss des Hypersthen unter Zugrundelegung der Pyramide *i* als Grundform, so erhält man:

	a	: *b* :	*c*	
Hypersthen	= 0·4817	: 1 :	0·5787	und für
Chrysoberyll	= 0·4700	: 1 :	0·5800	
Olivin	= 0·4660	: 1 :	0·5866.	

Der Hypersthen würde also das Endglied der Reihe bilden, an deren anderem Ende Olivin, in deren Mitte Chrysoberyll steht.

Die optische Untersuchung ergab in Uebereinstimmung mit den Resultaten der Messungen gerade Auslöschung im parallelen polarisirten Licht sowohl auf *a* als auf *b*.

Durch die breite Tafelfläche *b* (100) sieht man weder ein Axenbild, noch Lemniscaten; auch dies stimmt mit der Thatsache, dass beim Hypersthen die Fläche *b* (100) die Axenebene. Leider sind die Krystalle zu klein und namentlich die Fläche *a* zu schmal, als dass man sie auch in dieser Richtung, in der man im convergenten Licht das Axenbild sehen müsste, untersuchen könnte.

Der Pleochroismus ist ziemlich stark; man hat folgende drei Axenfarben:

ç grün Schwingungen parallel der aufrechten Axe.
ḅ gelbbraun Schwingungen parallel der Axe *a*.
ą röthlichbraun Schwingungen parallel der Axe *b*.

Die lang tafelförmigen, durchsichtigen Kryställchen sind unlöslich im Wasser, auch Säuren und Kalilauge sind ohne Wirkung. Im Kolben geben sie kein Wasser; vor dem Löthrohr sind sie unschmelzbar und bleiben selbst bei anhaltendem Glühen im Gebläsefeuer unverändert; mit Kobaltsolution färben sie sich nicht. In der Phosphorsalzperle schmilzt das Mineral schwierig mit Hinterlassung eines die Perle trübenden Kieselpulvers; dabei färbt sie sich gelb und wird beim Erkalten farblos.

Die Härte wurde durch Ritzversuche mittelst in Canadabalsam eingekitteter Kryställchen ermittelt. Sie ritzen deutlich Adular, Quarz dagegen nicht mehr; wohl aber zeigten sich mit Quarzpulver geschüttelte Individuen unter dem Mikroskope angegriffen. Ihre Härte lässt sich daher auf 6·5 feststellen.

Mit besonderen Schwierigkeiten war die Bestimmung des specifischen Gewichtes verbunden, da die winzigen Täfelchen nicht

Digitized by Google

unter Wasser zu bringen waren. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es endlich in folgender Weise. Ein Metallstäbchen wurde mit Wachs überzogen, sein absolutes Gewicht und sein Gewichtsverlust im Wasser (14° C.) bestimmt, dann eine gewogene Quantität des Minerals an dasselbe geklebt und im Wasser gewogen. Die auf diese Weise gefundene Zahl für das specifische Gewicht = 3·0 hat nur auf annähernde Genauigkeit Anspruch, da bei den minimalen Quantitäten des Materials die Zehntel schon innerhalb der Fehlergrenze der Waage liegen.

Um nun über die chemische Zusammensetzung Aufschluss zu erhalten, wurden circa 0·02 Gr. mit kohlensaurem Natronkali geschmolzen und die Kieselsäure in der gewöhnlichen Weise abgeschieden. Andere Säuren sind nicht nachweisbar. Aus der Lösung fällt mit Ammon Thonerde und Eisen, im Filtrate lässt sich mit phosphorsaurem Natron in ziemlicher Menge Magnesia erkennen. Eine mit Flusssäure aufgeschlossene neue Probe auf Alkalien ergibt kein verlässliches Resultat. Diese Ergebnisse stimmen ganz gut mit der qualitativen Zusammensetzung eines thonerdehaltigen Hypersthens. Eine quantitative Analyse musste unterbleiben, da das ganze geopferte Handstück wegen der Kleinheit der Individuen trotz ihrer relativ bedeutenden Zahl so geringe Mengen ergab, dass von einer quantitativen Untersuchung kaum entfernt verlässliche Resultate zu erwarten waren.

Die Durchschnitte des Hypersthen (vgl. Fig. 4, Taf. VIII) sind, entsprechend seiner Krystallform, längliche Rechtecke mit abgestumpften Ecken, wenn der Schliff die Hauptaxe traf oder längere, an beiden Enden zugespitzte Leisten in Schnitten parallel den beiden Pinakoiden, selten übrigens mit scharfer Abgrenzug gegen die Grundmasse, oder, und zwar sehr häufig, Krystallfragmente, meist in Form längerer, quergegliederter Leisten, denen die Endflächen fehlen. In der Hauptaxe parallelen oder zu ihr wenig geneigten Schliffen sieht man spärliche Längsspalten, an Schnitten parallel der Basis zeigt sich oft ein rechtwinkelig sich schneidendes Spaltensystem parallel den Pinakoiden, ein Umstand, welcher besonders geeignet ist, die sonst mitunter sehr ähnlichen Augitquerschnitte davon zu unterscheiden. Regelmässig aber durchsetzen wenigstens einige grössere Sprünge parallel der Schmalseite eines solchen Rechteckes den basischen Querschnitt. Seine Farbe ist gleich der des letzteren Minerals ein helles gelb-

Digitized by Google

lichgrün. Liegen nicht günstige Querschnitte vor, welche eine krystallographische oder optische Orientirung gestatten, oder zeigen sie in Folge der nicht seltenen ungleichen Flächenentwickelung einen monoklinen Habitus, so kann er mit Augit wegen seiner lebhaften Polarisation verwechselt werden, doch unterstützt auch in diesem Falle der sehr merkliche Dichroismus die Entscheidung wesentlich.

Eine Verwechslung mit Olivin dürfte wohl nicht leicht möglich sein, denn abgesehen von seinem Dichroismus zeigen auch die, selten an dieses Mineral erinnernden Durchschnitte die für letzteres so charakteristische rauhe Oberfläche nicht. In einem zweifelhaften Falle würde auch ein Versuch mit Salzsäure, in welcher sie ganz unveränderlich sind, Aufschluss geben.

Von Interpositionen sind neben Apatit, der sich manchmal in derselben Form, wie er als Einschluss bei den übrigen Gemengtheilen erwähnt wurde, findet, vorzüglich Magnetit in abgerundeten Körnern und Glaseinschlüsse zu erwähnen. Letztere in geringer Zahl und stets unregelmässig angeordnet, sind entweder sehr winzig oder sehr gross, wie die der Augite, mit fixem Bläschen.

Andere charakteristische Eigenthümlichkeiten hat er nicht, besonders fehlen im Unterschiede von Olivin durchaus Spuren von Zersetzung.

Hypersthen wurde bekanntlich in Trachyten schon öfter gefunden, es sei hier nur an den Amblystegit des Laacher Trachytes und an den Hypersthen der Trachyte von Mont d'ore erinnert.

Tridymit.

In allen Varietäten, in deren Grundmasse nicht deutliche Glasbasis zu erkennen ist, also in der überwiegenden Mehrzahl der Trachyte, nimmt der Tridymit einen zuweilen hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung. Von Quantitäten, in welchen er sich, z. B. im rothen Trachyt der Selwas-Schlucht findet, wo unter dem Mikroskope fast leichter eine Stelle mit ihm als ohne ihn zu treffen ist, bis zum gänzlichen Fehlen, hat man alle Uebergänge vor sich. Mit der Loupe beobachtet man ihn als Ueberzug von Hohlräumen in Form winziger, wasserheller, glänzender Blättchen; unter dem Mikroskope erscheint er meist in den bekannten dachziegelförmigen Aggregaten.

Digitized by Google

Ausser diesen Aggregaten beobachtet man jedoch in dem grauen Trachyt von Borigo und besonders häufig in dem porösen grauen Trachyt gleich oberhalb der Quelle Ab i Frengi mit der Loupe kleine, weisse, halbkugelige Aggregate von dem Ansehen eines Zeolithes [1]). Unter dem Mikroskope (vergl. Fig. 6) sieht man im Dünnschliffe ein Bild, das sich von dem gewöhnlichen, unter welchem der Tridymit erscheint, nur dadurch unterscheidet, dass die einzelnen Blättchen radiale Anordnung zeigen. Die Mitte eines solchen Aggregates nimmt ein bräunlicher, nicht weiter auflösbarer Staub ein, der sich gegen die Peripherie zu allmälig verliert, wo dann mehr und mehr die einzelnen, gegenseitig sich deckenden Blättchen zum gewöhnlichen Bilde der Tridymitgruppen zusammentreten. Die Aehnlichkeit mit den letzteren ist dann besonders auffallend, wenn der Schliff das Centrum nicht getroffen hat und so die radiale Structur mehr in den Hintergrund tritt.

Zwischen gekreuzten Nicols bleiben diese Aggregate im allgemeinen bei einer vollen Horizontaldrehung dunkel und werden nur stellenweise heller, wie man es bei allen Tridymitaggregaten beobachtet.

Säuren sind sowohl im Dünnschliff, als an ausgelösten Kügelchen ohne Wirkung; vor dem Löthrohr sind letztere unschmelzbar und eine qualitative Probe mit einer Anzahl derselben ergab vorherrschend Kieselsäure. Daneben lässt sich Thonerde und Eisen nachweisen, die zum Theil von dem centralen braunen Staub, zum Theil wohl auch von unvermeidlichen Verunreinigungen, die beim Ablösen nicht zu entfernen sind, herrühren mögen, da ihre Mengen bei verschiedenen Versuchen verschieden ausfallen. Absolute Sicherheit könnte natürlich nur eine quantitative Analyse geben, die jedoch mit den geringen Quantitäten, welche zur Verfügung standen, nicht ausgeführt werden konnte. Es scheint aber nichtsdestoweniger mit Rücksicht auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften, besonders da auch die Härte durch Reibung von Apatit und Feldspath mit dem Pulver der fraglichen Aggregate nahe an 7 sich bestimmen lässt, welche jeden bekannten Zeolithen ausschliessen, die Annahme gerechtfertigt, dass hier eine eigenthümliche Aggre-

[1]) Vergl. Koch, Neue Minerale in Tschermak's Mineralog. petrograph. Mittheil. I. Bd., 4. Heft, 1878, pag. 343.

Digitized by Google

gationsform des Tridymits vorliege, die übrigens auch anderswo sich findet, wie z. B. in einem grünlichgrauen Trachyt von Smyrna aus der hiesigen Sammlung, in dessen Hohlräumen man dieselben halbkugeligen Aggregate mit einer etwas abweichenden Modification sieht [1]).

Magnetit, Eisenglanz und Eisenglimmer.

Der Magnetit erscheint sowohl in der Grundmasse, als auch als Einschluss in sämmtlichen anderen Gemengtheilen aller Trachytvarietäten in der allbekannten Form. Dass übrigens bei weitem nicht alle opaken Körner vom Ansehen des Magnetits diesem Mineral zuzuschreiben sind, ergibt sich aus mehreren Beobachtungen. Behandelt man das Gesteinspulver mit Salzsäure längere Zeit und mit Erwärmen, so bleibt ein grosser Theil der dunkeln Körner ungelöst zurück.

In den meisten Trachyten findet man eine grosse Zahl derselben von einem grösseren oder kleineren Hofe rothbrauner oder orangengelber, lappiger Blättchen umgeben, die übrigens auch selbstständig zerstreut in der Grundmasse anzutreffen sind. Von Eisenoxydhydrat, welches ebenfalls manchmal einen Hof um die Magnetitkrystalle bildet, unterscheiden sie sich durch ihre vollkommene Durchsichtigkeit.

Deutet man sie auf jene Varietät des Hämatits, welche unter dem Namen Eisenglimmer bekannt ist, so dürften die centralen opaken Körner dem Eisenglanz, der sich in diesen Trachyten vielfach auch makroskopisch findet, angehören und dies umsomehr, als dieselben nicht selten bei grösserer Dünne roth durchscheinend werden.

Zweifelloser Eisenglimmer in Form schöner, rother, sechsseitiger Täfelchen und unregelmässig begrenzter Läppchen kommt übrigens in der Grundmasse aller Varietäten, besonders zahlreich in den rothen, vor, so z. B. im röthlichen Trachyt aus der Selwas-Schlucht, im Trachyt der Geschiebe- oder Trümmerbildung am linken Heras-Ufer vis-à-vis dem Sprudel von Ask, im grauen Trachyt vom Kordun u. a. m.

[1]) Ueber dieses Vorkommen soll bei einer anderen Gelegenheit ausführlicher berichtet werden.

Digitized by Google

Eisenglanz lässt sich dann an den dunkeln, undurchsichtigen Körnern leicht erkennen, wenn sie bei concentrirter Beleuchtung deutlich cochenillroth durchscheinen, wie man es z. B. besonders schön und häufig im rothen Trachyt der Breccie zwischen Ab i Germ und Usche sehen kann.

Grundmasse.

Mit Rücksicht auf die Grundmasse lassen sich zwei extreme Fälle unterscheiden, welche durch Uebergänge mit einander verbunden sind. Auf der einen Seite — und sie umfasst die Mehrzahl der vorliegenden Handstücke, also wohl auch die Hauptmasse des vom Vulcan an der Ostseite zu Tage geförderten Materials, stehen die Trachyte mit vollkommen oder fast vollkommen glasfreier Grundmasse; auf der anderen die reinen Gläser mit wenig Entglasungsproducten, wie die schon besprochenen Bimssteine von Bosmitschal. Zwischen sie fallen die schon öfter genannten glasreichen Varietäten mit wasserhellem Apatit, zwischen den Quellen Nasru und Siower und zwischen Ask und Pelur.

In diesen tritt das Glas neben den krystallinen Ausscheidungen noch sehr hervor. Es erscheint in Form eines farblosen, manchmal schwach in's Gelbliche spielenden Maschenwerkes mit spärlich zerstreuter Körnelung. Diese gelblichen bis bräunlichen Körner sind stellenweise, besonders an den Wänden der durch die Maschen gebildeten runden oder ovalen Hohlräume dicht angehäuft; zuweilen vertheilen sie sich als ungemein feiner Staub über das ganze Glas und bewirken so unter dem Mikroskope eine Trübung desselben, makroskopisch aber eine dunklere Färbung des Gesteins.

Ausgeschieden finden sich neben Feldspathleistchen und Körnchen, deren Menge auch hier vor den übrigen Gemengtheilen bedeutend vorwaltet, besonders Augitmikrolithen, meist unregelmässig zerstreut, selten stern- oder garbenförmig gruppirt. Daneben, aber stets untergeordnet, andere, deren schwacher Dichroismus eher an Hornblende denken lässt. Ausserdem finden sich, jedoch nicht häufig, rothe, unregelmässig contourirte, seltener schön sechsseitige Eisenglimmerblättchen.

Magnetit ist hier weniger zahlreich vertreten. Apatit in der sonst bekannten Form langer, grellweisser Nadeln scheint zu fehlen.

Digitized by Google

An sie schliessen sich die schwarzen Varietäten an und führen unvermerkt zu den fast glaslosen grauen und rothen Trachyten über.

Der schwarze Trachyt vom Gipfel des Ser i Guseng und der Gänge im grauen Trachyte bildende von Ab i Frengi zeigt eine blasenreiche Grundmasse mit ziemlich viel bräunlichem, gekörneltem Glase. Die massenhafte Anhäufung dieser Körner an bestimmten Stellen und der ungemein feine Staub, der das Glas durchsetzt, verursacht die dunkle Färbung des Gesteins. Die krystallinen Ausscheidungen verhalten sich gerade so, wie in den eben besprochenen glasreichen Varietäten; nur sind sie im Vergleich zur Glasbasis vorherrschender, so dass letztere mehr als Zwischenklemmungsmasse zwischen den meist scharf contourirten Gemengtheilen erscheint. Eisenglimmer und Magnetit sind häufiger, als in den früher genannten.

Nicht wesentlich verschieden von der der grauen und röthlichen Varietäten ist die Grundmasse der übrigen schwarzen Trachyte. Die dunkle Färbung bedingt hier der graue, nicht näher bestimmbare Staub, der sich durch dieselbe hindurchzieht.

Was nun die Grundmasse der grauen und röthlichen Varietäten betrifft, so ist sie entweder vollkommen glasfrei oder man beobachtet nur ungemein feine Häutchen von Glas, oder die Glasbasis tritt wie ein Hauch als spärliche Durchtränkung des ganzen Gesteins auf, in welche die Ausscheidungen, besonders die feldspathigen, mit unbestimmten Grenzen übergehen.

Das Korn des ausgeschiedenen feldspathigen Theiles der Grundmasse ist verschieden. Grobkörnig mit allen Grössenübergängen zu den makroskopischen Krystallen findet man die Grundmasse des Trachytes vom Kordun, feinkörniger dagegen im säulenbildenden Trachyt von Ask und in den meisten röthlichen Varietäten. In der Regel erscheint der Feldspath in unbestimmt begrenzten Krystallen, seltener in längeren Leisten. Wo solche vorkommen, lässt ihre Anordnung häufig eine schöne Mikrofluctuationsstructur erkennen, so im röthlichen Trachyt aus der Selwas-Schlucht, im Trachyt vom Gipfel des Ser i Guseng u. a.

Die übrigen Bestandtheile der Grundmasse sind Augit und Hornblendemikrolithen, Fragmente dieser Mineralien, oft in grosser Zahl, Apatitsäulchen von der bekannten Ausbildung, letztere jedoch in mehr beschränkten Mengen, Eisenglimmer, besonders häufig in

Digitized by Google

den rothen Varietäten und Magnetit, hier durchgehends in grösseren Mengen, als in den dunkeln Abarten.

Alle diese Bestandtheile bieten kaum bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Trübe, nicht weiter definirbare Fleckchen und Pünktchen, meist mit verwaschenen Grenzen, sind, wie allerwärts, auch hier in der Grundmasse der meisten Trachyte zerstreut.

In der Mehrzahl der Trachyte sieht man die Grundmasse durchschwärmt von mehr weniger zahlreichen Luftblasen, die, wo sie in grösserer Menge vorkommen, den Schliff bei schwacher Vergrösserung dicht schwarzbetupft erscheinen lassen. Davon abgesehen finden sich in jenen Trachyten, welche nicht schon makroskopisch als porös aufgeführt wurden, keinerlei Discontinuitäten.

Vergleicht man nun mit Rücksicht auf das über den petrographischen Charakter der von Tietze gesammelten Gesteinsproben mitgetheilte mit den spärlich in der Literatur zerstreuten Notizen über die am Demavend vorkommenden jüngeren Eruptivgesteine, so frägt man sich verwundert, ob sie sich wohl auch wirklich auf denselben Gegenstand beziehen, so widersprechend lauten sie. Wie aus der Abhandlung Tietze's über den Demavend und der oben gegebenen Uebersicht des gesammelten Untersuchungsmaterials hervorgeht, repräsentirt die vorliegende Sammlung sicher den grössten Theil der Eruptivmassen an der Ostseite des Berges und es könnten somit diese Angaben, wenn sie sich nicht auf die Gesteine beziehen, welche hier behandelt wurden, höchstens untergeordnete Vorkommnisse betreffen, was weder an sich wahrscheinlich ist, noch den Werth derselben erhöhen würde. Zum Vergleiche mögen hier einige, grösstentheils schon von Tietze angeführte diesbezügliche Angaben wiederholt werden. Kotschy erwähnt öfter Grünsteine am Demavend, so (p. 54) am Kioro, „wo alle Felsen aus Grünstein bestehen", und bei Reineh (Rhaena), wo die Felsen „grünsteinartiger Trachyt" sein sollen. Es wäre auf diese Angaben des Botanikers weniger Gewicht zu legen, wenn er sich nicht am Schlusse seiner Abhandlung in Betreff des geognostischen Theiles derselben auf Richthofen stützte, der die von ihm mitgebrachten Gesteinsproben bestimmte, wonach z. B. (p. 67) „die tiefe Thalseite bei Rhaena und südlich von diesem Orte aus Grünstein (der in der Nähe der Laven auch grünsteinartiger Trachyt sein dürfte) als der Hauptformation besteht". Auch basaltartige Lava nennt Kotschy vom Kioro. Sollte Richt-

Digitized by Google

hofen kein Handstück des so reichlich vertretenen grauen Trachyts mit den selbst einem flüchtigen Blicke auffallenden schwarzen Apatitsäulen zu Gesicht gekommen sein?

Die diesbezüglichen Aeusserungen älterer Beobachter, wie Olivier's und Fraser's, so wie die Erwähnung des säulenbildenden Basalts von Ask bei Filippi bespricht bereits Tietze (l. c. p. 202) ausführlich und abweisend; ebenso die Angaben Viquesnel's über Leukostit am Demavend mit viel Quarz, dann Glimmer, Horblennde und etwas Augit. Es ist allerdings richtig, dass die ungemein lebhafte Polarisation der Sanidine an Quarz erinnert, allein eine Verwechselung ist doch nur bei höchst flüchtiger Beobachtung möglich. Die Notiz Zirkel's (Lehrb. der Petrographie, 2 Bd. 1866 p. 172) über von Kotschy mitgebrachte „Quarztrachyte des Demavend, ohne ausgeschiedenen Quarz" findet ihre Erklärung wohl in dem grossen Tridymitreichthum dieser Gesteine, welcher den Kieselsäureüberschuss der Analysen hervorrief.

Sollen diesen widersprechenden Angaben gegenüber die Resultate der vorhergehenden Untersuchung über den petrographischen Charakter der Eruptivgesteine des Demavend, insoweit er durch die vorliegende Sammlung repräsentirt wird, kurz zusammengefasst werden, so kann dies ungefähr in folgender Form geschehen: Der grösste Theil des vom Demavend an der Ostseite zu Tage geförderten Eruptivmaterials sind Gesteine von echt trachytischem Charakter in mehreren Farben und Structurvarietäten, vorwaltend als Laven entwickelt oder auch in Form von vulcanischen Auswürflingen, letztere zum Theil mit mehr weniger Annäherung an echte Bimssteine. Einen von dem gewöhnlichen etwas abweichenden Habitus erhalten dieselben durch das Vorwalten des Apatits, welcher als makroskopischer Gemengtheil in solcher Menge auftritt und mit solcher Constanz in allen Varietäten wiederkehrt, dass eine unterscheidende Bezeichnung desselben nach diesem so charakteristischen Bestandtheil, etwa als „Apatit-Trachyte" wohl gerechtfertigt erscheint. Daneben sind als Eigenthümlichkeiten dieser Trachyte das Auftreten des Hypersthen als accessorischen Gemengtheiles und der bedeutende Antheil, welchen der Augit an der Zusammensetzung derselben zumeist auf Kosten der Hornblende nimmt, hervorzuheben.

Eine Trennung derselben in hornblendeführende und hornblendefreie dürfte sich weniger empfehlen, da diejenigen, in welchen

Digitized by Google

auch in der Grundmasse das Fehlen dieses Minerals nachgewiesen werden könnte, in allen übrigen Eigenschaften volle Uebereinstimmung mit hornblendeführenden zeigen.

Viel leichter ist eine Scheidung in tridymitführende und tridymitfreie durchzuführen, denn die letzteren unterscheiden sich auch sonst vielfach von den ersteren, so durch die vorwaltende Glasbasis, den wasserhellen Apatit u. dgl.

Uebergehend zu der zweiten Hälfte des vorliegenden Untersuchungsmaterials sind zunächst mehrere Handstücke mit der Ettiquette „Aus Caridschao, Umgebung des Demavend (näherer Fundort unbekannt)" zu erwähnen.

Es sind theils weissgraue Trachyte mit viel braunem Glimmer, vollständig den früher behandelten grauen, glasreichen Varietäten mit wasserhellem Apatit gleichend, theils schwarze, blasenreiche Laven, wie sie ebenfalls vom Demavend schon beschrieben wurden und daher keiner weitern Aufmerksamkeit bedürfen.

Vielmehr nimmt diese der noch übrige Theil der Sammlung in Anspruch. Derselbe enthält Gesteine, die sich schon beim ersten Blick ganz auffallend von den eben verlassenen des Demavend unterscheiden.

Die Mehrzahl der Handstücke repräsentirt das bereits eingangs erwähnte südöstlich von Teheran in der Salzwüste gelegene Siakuh-Gebirge, insofern an dessen Aufbau jüngere Eruptivgesteine theilgenommen (vgl. die Schilderung in Tietze's „Tektonik des Elbursgebirges" l. c. p. 414 ff.). Es sind meist dunkelrothbraune krystalline Gesteine neben einer grossen Zahl hellröthlicher bis weisser, trachytischer Breccien und Tuffe.

Ein anderer Theil gehört dem Gebirge von Kenarigird südöstlich von Teheran (l. c. p. 415) und dem Kuh i Kaleng (ibid.) an. Auch aus dem westlich von Teheran liegenden Talakhan-Gebiete, welches in der genannten Abhandlung p. 397 erwähnt ist, liegen einige Gesteinsproben vor.

Gesteine vom Siakuh.

Sämmtliche hieher gehörige Eruptivgesteine zeigen eine tief braunrothe Färbung und erinnern sehr an ältere Porphyrite; besonders sind es die Handstücke von Haus i Aga Mahomet[1]), welche

[1]) Haus = Bassin, also heisst die Localität etwa „Quelle unseres Herrn Mahomet".

Digitized by Google

den von Streng beschriebenen Porphyriten von Waldböckelheim bei Kreuznach zum Verwechseln ähnlich sehen. Sie gehören aber nach brieflichen Mittheilungen des Herrn Dr. Tietze sicher dem Alttertiär oder höchstens der Kreide an. Ihren Lagerungsverhältnissen nach sind sie zwar älter als die oligocaenen, versteinerungsreichen Schichten des Siakuh, deren Petrefakten Th. Fuchs in den Denkschriften der Akademie beschrieb und zu den Schioschichten Oberitaliens in Beziehung brachte, aber anderseits glaubt Tietze, dass die geschichteten Ablagerungen des fraglichen Gebirges, mit welchen die zu beschreibenden Eruptivgesteine verknüpft sind, nicht unter die Kreide hinabgreifen.

1. Gestein vom Siakuh (ohne nähere Ortsbezeichnung).

In einer dunkelrothbraunen, nicht sehr vorwaltenden, dichten Grundmasse liegen zahlreiche meist vollkommen frische Krystalle von glasigem Feldspath, spärlicher eingestreut sechsseitige Täfelchen von dunkelbraunem Biotit, schwarze Körnchen von Magnetit und Haematit und unregelmässig begrenzte Partien von Quarz. Das Gestein ist ungemein fest und ohne Spur von Poren.

Unter dem Mikroskope hat man im wesentlichen dasselbe Bild. Die braunrothe, nur an den dünnsten Stellen des Schliffes durchsichtige Grundmasse besteht vorherrschend aus einem Aggregat winziger Feldspathkörner, deren unregelmässige Contouren selten deutlich zu erkennen, meist auch an den dünnsten Stellen des Schliffes verwaschen sind, so dass die einzelnen Körner wie in einander verschmolzen erscheinen, dann aus einem dichten Gewirr nicht weiter bestimmbarer Mikrolithen, welche, wie eine starke Vergrösserung zeigt, sämmtlich an ihrer Oberfläche dicht besetzt sind von braunen, durchsichtigen Körnchen, die auch ihrerseits selbstständig oft in dicht gedrängten Gruppen das ganze Gestein erfüllen. Das Gewirr der Mikrolithen lässt bei schwächerer Vergrösserung die Grundmasse fein filzig aussehen. Glasbasis ist nirgend mit Sicherheit zu erkennen.

Von den grösseren Ausscheidungen nimmt der Feldspath die erste Stelle ein. Die meist gegen die Grundmasse scharf abgesetzten Krystalle gehören vorwaltend dem Sanidin an. Daneben findet

Digitized by Google

sich sehr häufig buntgestreifter Plagioklas vorzüglich in grösseren Krystallen.

Beide, oft von zahlreichen Sprüngen durchsetzt, sind in der Regel frisch, seltener trifft man in ihnen Flecken der später noch öfter zu erwähnenden Zersetzungsmasse. Von Interpositionen sind neben den farblosen oder gelblichen, stets bläschenlosen Glaskörnern und spärlichen Luftblasen vorzüglich lange, grünliche Nadeln zu nennen, die entweder vollkommen rein oder mit anhaftenden Körnchen versehen sind. Häufig findet man dann langgestreckte gelbe Glaskörperchen längs der Axe dieser Nadeln angeordnet eingeschlossen,

Der Biotit zeigt auch hier, wie in den meisten Demavendtrachyten, eine theilweise Verdrängung durch Magnetit.

Von den zahlreichen im Gestein vertheilten, opaken, im auffallenden Lichte metallisch glänzenden Punkten und Flecken dürfte mit Rücksicht auf das das ganze Gestein in feinster Vertheilung erfüllende Eisenoxyd und den rothen durchsichtigen Hof, wie er schon früher bei den Gesteinen des Demavend beschrieben wurde, die Mehrzahl dem Eisenglanz angehören. Sichere Anhaltspunkte für Magnetit bieten nur die zuweilen vorkommenden deutlichen quadratischen Querschnitte, um welche dann gewöhnlich der erwähnte rothe Hof fehlt.

Apatit kommt auch hier in der früher ausführlich beschriebenen Ausbildungsweise gar nicht selten vor. Die Zahl der Interpositionen ist aber stets geringer, die Krystalle daher immer hell und schön durchsichtig.

Besonders auffallend ist das Auftreten von Quarz. Derselbe findet sich nicht wie gewöhnlich in Porphyren und Quarztrachyten in Krystallen, sondern wie eine Ausfüllungsmasse schwachverzweigter Hohlräume im Innern. Die Umrisse der Quarzpartien sind nicht durch die Krystallform des Minerals, sondern durch die Gesteinsgrundmasse bedingt. Es ist demnach nicht unwahrscheinlich, dass der Quarz kein ursprünglicher Gesteinsgemengtheil, sondern ein secundäres Product ist, weshalb denn auch die Bezeichnung Liparit für das Gestein vermieden wurde.

Die Zahl der Quarzausscheidungen ist eine sehr bedeutende, ihre Grösse schwankt zwischen 0·1 und mehreren Millimetern. Zwischen gekreuztem Nicol erscheint eine solche Partie in der Regel brillant einfärbig, gehört also einem Individuum an, nur die

Digitized by Google

grösseren zeigen manchmal zwei oder drei scharf getrennte Farben. Die Grenzen gegen die Grundmasse sind nicht scharf, überall findet ein allmäliger Uebergang zwischen Quarz und dieser statt. Häufig werden kleine Partien derselben, die dann verwaschen in die Quarzmasse verlaufen, inselartig umschlossen, oder es dringen umgekehrt von einem grösseren Quarzflecken aus schmale verzweigte Aeste weit in die Grundmasse ein.

Von Interpositionen im Quarz sind nur unregelmässig zerstreute, nicht gar zahlreiche farblose Glasporen ohne Bläschen und meist sternförmig angeordnete gerade oder schwach gekrümmte, oft von einem Büschel kürzerer Striche durchquerte Trichite hervorzuheben.

2. Gestein von der Quelle Tscheschmei Schah[1]).

Grundmasse gefärbt wie oben. Schon mit der Loupe erkennt man an ihm ein fein krystallines Gefüge. In dieser stark vorwiegenden Grundmasse finden sich hin und wieder kleine Feldspathkrystalle zum Theil vollständig zu einer weissen, mehligen Kaolinmasse umgewandelt, zerstreut; daneben grössere und kleinere, unregelmässig begrenzte Quarzpartien. Ausserdem begegnet man zuweilen grösseren Mandeln von Quarz und buntfarbigem Jaspis.

Im Dünnschliff sieht man ein Gemenge leistenförmiger Feldspathkrystalle von den winzigsten Dimensionen aufwärts in allen Uebergängen bis zu den makroskopischen Individuen, so dass unter dem Mikroskope von einer porphyrartigen Structur strenge genom-

[1]) Bezüglich der Ortsbezeichnung sind die verschiedenen Aufsätze Tietze's über Persien zu vergleichen. So findet sich in den „Mineralreichthümern Persiens" (Jahrb. der geol. Reichsanstalt 1879, p. 620) eine genaue Beschreibung der später zu nennenden Localität „Aufstieg zum Eisensteinvorkommen".

Zur Erklärung der Bezeichnung „bei den Köhlern" entnehme ich einer Mittheilung des Herrn Dr. Tietze folgendes: „Auf der Nordseite des Siakuh kommen in einigen, die grösste Zeit des Jahres über trockenen Schluchten stellenweise baumartige Sträucher von *Amygdalus scoparia* vor. Da die aus dem Holze dieser Sträucher erzeugte Kohle zu gewissen Zwecken, wie z. B. zum Anbrennen der persischen Wasserpfeifen besonders beliebt ist, so kommen bisweilen Köhler aus den umgebenden Landschaften hierher, um daraus Holzkohle zu erzeugen. In den Schluchten des verödeten, fast gänzlich unbewohnten Siakuh bieten solche Umstände die einzigen Anhaltspunkte zur Ortsbezeichnung.

Digitized by Google

men kaum die Rede sein kann. Orthotomer und klinotomer Feldspath dürften ungefähr im Gleichgewicht sein.

Der Sanidin, vorherrschend in Karlsbader Zwillingen, zeigt meist rundum wohl entwickelte Individuen, an den Plagioklasen beobachtet man oft eine ungleiche Länge der einzelnen Lamellen, wodurch leistenförmige Querschnitte mit zinnenförmigen Enden entstehen. Die Anordnung der kleinen Feldspathleistchen lässt eine schöne Mikrofluctuationsstructur erkennen. — Ob zwischen den einzelnen scharfconturirten Feldspathkryställchen Glasbasis vorhanden ist oder nicht, konnte, so wahrscheinlich ihre Gegenwart ist, nicht unzweifelhaft ermittelt werden.

Wie schon früher erwähnt, sind einzelne Feldspathe vollständig zu Kaolin umgewandelt. Derselbe erscheint unter dem Mikroskope hier und in allen später zu erwähnenden Fällen als weisse, ungemein feinblättrige perlmutterglänzende und zwischen den Nicols zart farbenschillernde Masse. Nicht immer ist der ganze Krystall der Art zersetzt, sondern die Zersetzungsmasse durchzieht in scharfbegrenzten Flecken und Bändern den im übrigen vollkommen intacten Krystall oder grössere Partien des Gesteins.

Neben dem Feldspath nimmt nur noch das Eisenoxyd einen hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung. Wo, was jedoch selten der Fall ist, deutlich sechsseitige, opake, im auffallenden Lichte metallischglänzende Querschnitte vorliegen, hat die Diagnose auf Eisenglanz Schwierigkeiten, auch die zahlreichen, lappigen, seltener sechsseitigen, rothen Blättchen lassen sehr leicht Eisenglimmer erkennen. Daneben finden sich aber auch gar nicht selten quadratische oder rhombische, im übrigen den früheren vollkommen gleichende Querschnitte, die man sofort für Magnetit halten möchte, wenn sie nicht je nach ihrer Dicke mehr weniger roth durchscheinen würden. Ob hier wirkliche Pseudomorphosen von Haematit nach Magnetit, oder nicht vielmehr (was mit Rücksicht auf die meist nicht besonders scharfe Umgrenzung solcher Querschnitte wahrscheinlicher ist) eine vielleicht durch die Ueberquerung der Feldspathleistchen hervorgerufene, rein zufällige derartige erborgte Form von Haematitsubstanz vorliegt, ist schwer mit Sicherheit zu entscheiden. Jedenfalls scheint es nicht überflüssig auf dergleichen Täuschungen hinzuweisen.

Digitized by Google

Im durchfallenden Lichte opake, im auffallenden matt ziegelrothe verwaschene Flecken von Eisenoxydhydrat sind vielfach im Gesteine verbreitet und tragen zu dessen Färbung wesentlich bei.

Von anderen Gemengtheilen sind nur noch selten zu beobachtende, grüne Mikrolithen, die wohl auf Augit zu deuten sind, anzuführen.

Zahlreiche gelbe Körnchen, die oft zu dünnen Häutchen in den Spalten der Krystalle zusammenfliessen, kommen auch hier, wie fast in allen hier behandelten Gesteinen vor.

Eingesprengte Quarzpartien von gleicher Art wie die oben beschriebenen sind in diesem Gesteine seltener, solche von nur mikroskopischen Dimensionen überhaupt nicht vorhanden. Bezüglich der Classification dieses Gesteines gilt das Gleiche, was bei Nr. 1 bemerkt wurde.

3. Gestein östlich von Haus i Mahomet.

Der Hauptantheil an demselben hat eine dunkelbraune, hornsteinartige Grundmasse. Ausgeschieden sind: zahlreiche, bis 4 Mm. grosse, glasige Feldspathkrystalle, dann grasgrüne Hornblende-Individuen, ferner dunkle Augitkrystalle, endlich mit der Loupe erkennbare schwarze metallisch glänzende Körner. Ausserdem ist das ganze Gestein von zahllosen Aederchen und Fleckchen milchweissen Opals durchsetzt, welche dasselbe wie dicht mit Reif überzogen erscheinen lassen.

Unter dem Mikroskope gibt die Grundmasse dasselbe Bild wie 1.

Die grossen leistenförmigen Einsprenglinge von Plagioklas und Sanidin dürften sich nach Zahl das Gleichgewicht halten. Ihre Mikrostructur bietet nichts neues.

Die Hornblende kommt in rundlichen oder länglichen, selten scharfeckigen Querschnitten vor, stets mit dem bekannten opaken, nach innen und aussen verwaschenen Rande und grasgrüner Farbe. Sie zeigt feinfaserige Structur und ist vom Habitus des Aktinoliths ohne die gewöhnlichen Risse. Der Dichroismus ist stark; Interpositionen spärlich.

Seltener als die Hornblende tritt der Augit in den bekannten achteckigen und rhomboidalen, meist schön ausgebildeten Quer-

Digitized by Google

schnitten von hellgrünlichgelber Farbe auf. Auch er zeigt zuweilen den dunkeln Rahmen, besitzt aber sonst nur die bei den Trachyten des Demavend ausführlich beschriebene Ausbildungsweise.

Biotit findet sich spärlich in Form sechsseitiger dunkelbrauner Blättchen. Er zeigt auch hier die schon oft erwähnte Verdrängung durch Magnetit.

Hin und wieder trifft man Apatitsäulen mit der Pyramide, ganz so wie sie aus den Demavendtrachyten beschrieben wurden, entweder in der Grundmasse oder als Einschluss in Feldspath und Augit.

Bezüglich des Magnetits und Haematits müsste im wesentlichen das unter 2 angeführte wiederholt werden.

Was nun den Opal betrifft, so erscheint er als traubige und stalaktitische Auskleidung grösserer oder häufig winziger Hohlräume, die entweder von der in fein concentrischen Lagen angeordneten Opalmasse vollständig ausgefüllt werden oder innerhalb der Opaltapete eine im polarisirten Lichte buntfarbige Quarzmasse oder ein Calcitindividuum beherbergen. Die zapfenförmig in die Hohlräume hineinragenden Opalstalaktiten umschliessen immer eine cylindrische dunkle Masse, im Centrum der halbkreisförmigen Ringe der traubigen Auskleidung steht häufig ein wohl entwickeltes Magnetitkryställchen.

Mit derselben Etiquette liegen noch mehrere Handstücke vor, die wohl dieselbe Gesteinsmasse in verschiedenen Modificationen repräsentiren sollen. Abgesehen vom Opal, der hier überall fehlt, erscheint auch unter dem Mikroskope im wesentlichen dasselbe Mineralgemenge und in derselben Form, wie oben beschrieben wurde. Doch verschwinden aus der Grundmasse mehr und mehr die früher erwähnten rauhen Mikrolithen, welche ihr filziges Aussehen hervorriefen, die Feldspathkörner gehen allmälig in deutlich leistenförmige Individuen über; doch ist sichere Glasbasis nirgends bestimmt zu erkennen.

Von den grösseren Gemengtheilen tritt der Feldspath in den Vordergrund, Augit und Hornblende, sowie Biotit zurück und verschwinden endlich ganz. Das Verhältniss von Sanidin und Plagioklas ist ein sehr schwankendes, doch zeigt sich eine entschiedene Neigung von Seite des Plagioklases, den Sanidin in den grösseren Individuen zu verdrängen. Oft wird auch die Entscheidung auf

Digitized by Google

optischem Wege, wegen der totalen Zersetzung der Krystalle unmöglich; hier sprechen aber die sogleich anzuführenden chemischen Eigenschaften mehr für Plagioklas, der auch mehr als Sanidin zur Zersetzung geneigt ist. Wo sämmtliche grössere Feldspatheinsprenglinge, wie dies vielfach der Fall ist, total zersetzt sind, erhält das rothbraune Gestein ein weiss gesprenkeltes Ansehen. — Magnetit und Eisenoxyd, letzteres oft als Hydrat in trüben Streifen das Gestein färbend, zeigen keine Abnahme. Grössere und kleinere Hohlräume trifft man häufig mit Delessit in der bekannten Form überkleidet. Letzteres Mineral findet sich auch häufig als letzte, innerste Schicht der in diesen Gesteinen vorkommenden mitunter faustgrossen Achatmandeln.

Endlich stammt von demselben Fundorte ein Handstück eines Tuffes dieser Gesteine mit zahlreichen abgerundeten, an der Oberfläche zersetzten, im Innern frischen Feldspathkörnern.

Alle diese Gesteine brausen lebhaft mit Salzsäure und das mit letzterer behandelte Gesteinspulver zeigt grössere Mengen von Kalk. Aetzt man den Dünnschliff, so beobachtet man, dass der kohlensaure Kalk als Zersetzungsproduct der Feldspathe vorhanden ist, wobei es bemerkt zu werden verdient, dass theilweise zersetzte Feldspathkrystalle, welche man in ihrem unzersetzten Theile vermöge ihres optischen Verhaltens für Sanidin halten möchte, kohlensauren Kalk als Zersetzungsproduct so gut enthalten, als gestreifte Plagioklase, ein Fingerzeig vielleicht, dass nicht immer ungestreifter glasiger Feldspath als Sanidin angesprochen werden darf.

Die Tuffe und Breccien des Siakuh, von denen Handstücke in der Sammlung sich befinden, zeigen einen bunten Wechsel an Farbe, Korn und Consistenz.

Blass ziegelroth mit zahlreichen, makroskopischen Biotitblättchen, sonst ohne deutlich erkennbare Mineralgemengtheile sind die feinporösen, stark hygroskopischen Tuffe mit der Bezeichnung „Siakuh“ oder von der „Tscheschmei Schah“. Das Mikroskop zeigt fein zerriebenes Trachytmaterial, das grösstentheils zersetzt ist. Neben dem Glimmer hat sich auch der Apatit in der oft erwähnten Ausbildungsweise in Fragmenten vollkommen intact erhalten.

Ein anderes Handstück von demselben Fundort zeigt dagegen einen ungemein festen tiefrothbraunen, sehr wenig hygroskopischen Tuff mit eingeschlossenen Brocken eines anderen helleren. — Der-

Digitized by Google

artige später noch einmal zu nennende Tuffe von so festem, fast krystallinem Ansehen sind, wenn nicht besondere Eigenschaften, wie deutliche Schichtung u. dgl. zu Hilfe kommen, manchmal selbst unter dem Mikroskope schwer als Secundärbildungen zu erkennen. — Auffallend sind hier und in einem ähnlich gefärbten, jedoch erdigeren Tuffgesteine südlich von Eineraschid (Nordflanke des Siakuh) die zahlreichen meist frischen, allseitig wohl entwickelten, mikroskopischen Sanidin- und Plagioklaskrystalle ohne bestimmte gleichgerichtete Lagerung.

Ein heller, sehr lockerer und poröser Trachyttuff von Einer-aschid enthält zahlreiche kleine Kohlenschmitzen.

Die übrigen theils grünen, sehr festen (in der Nähe des Maden i Zakh) oder lockern, theils gelblich gefärbten, erdigen und stark zersetzten Tuffe (südlich und nördlich vom Königspasse) bieten petrographisch nichts bemerkenswerthes. Ebenso wenig die aus ungemein innig verkitteten und verschmolzenen eckigen Bruchstücken der oben beschriebenen Gesteine bestehenden Breccien, an denen sich durchaus kein Bindemittel auffinden lässt. Häufig sind dieselben von kleinen Quarzadern und Nestern durchsetzt.[1])

In Tietze's Mineralreichthümern (l. c. p. 579) wird das Auftreten des Alaun im Siakuh erwähnt. Die von dort vorliegenden Zersetzungsproducte aus der Gegend von Maden i Zakh (= Alaunminen) sind in mehrfacher Hinsicht von Interesse. Die Hauptmasse der Handstücke zeigt einen weissen Alaun. Derselbe ist feinfaserig, seidenglänzend asbestähnlich und ergibt bei einer chemischen Prüfung neben Thonerde Eisen und Magnesia. Unter dem Mikroskope erweisen sich die Fasern doppeltbrechend.

In diesem eingeschlossen finden sich bis über 1 Cm. grosse, schwarze, an den Kanten graugrün durchscheinende Krystalle des tesseralen Systems in der Combination (100) (110) (111), mit hell-

[1]) Ein an der Südseite des Siakuh weit verbreitetes, rein weisses, hin und wieder von kleinen schwarzen dendritischen Einsprenglingen durchsetztes Gestein, das im Text nicht wohl unterzubringen ist, soll, da es sich in der Sammlung befindet, hier erwähnt werden. Das ziemlich feste und, soweit aus dem Handstück entnommen werden kann, schiefrige Gestein ist ein inniges Gemenge von Feldspath und Quarz, das unter dem Mikroskope von Granulit nicht zu unterscheiden ist; nur fehlen Granaten und die andern im sächsischen Granulite vorkommenden Mineraleinsprenglinge. Die schwarzen Dendriten dürften einem Schwefelmetalle angehören.

Digitized by Google

graugrünem Strich und der Härte gegen 4. Die Krystalle dürften wahrscheinlich dem Voltait angehören.

Neben diesem finden sich in Nestern und Schnüren im weissen Alaun eingewachsene Aggregate mikroskopischer sechsseitiger Täfelchen von gelber Farbe. Dieselben sind durchsichtig, glasglänzend, geben im Kolben Wasser, schmelzen leicht zu einer braunen Schlacke. Lösen sich im Wasser schwer und unvollständig, leicht in Salzsäure und erweisen sich als ein wasserhältiges Sulfat von Eisen, Kalium und Natrium. Wahrscheinlich liegt Gelbeisenerz vor.

In einem andern Handstücke von demselben Fundorte finden sich im weissen Federalaun neben den schwarzen Krystallen noch Trümmer eines nelkenbraunen, glasglänzenden, durchsichtigen krystallinen Minerals, das sich zwischen den Nikol als anisotrop erweist. Es gibt im Kolben Wasser und färbt sich dabei gelb, vor dem Löthrohr verhält es sich wie das früher genannte Mineral. Im Wasser ist es leicht löslich. Die chemische Prüfung ergibt neben Schwefelsäure Eisen, Magnesia und Natron.

Alle diese Mineralien umschliessen eine grosse Zahl kleiner Pyrit-Kryställchen, deren Zersetzung sie ihre Entstehung verdanken. Andere Bestandtheile der ursprünglichen Gesteinsmasse sind nicht auffindbar.

Vorläufig mögen diese Andeutungen genügen, bis eine quantitative Analyse ein sicheres Urtheil über ihre Zugehörigkeit erlaubt.

Gesteine vom Kuh i Kaleng.

1. Trachyttuff von der Hügelkette zwischen Veramin und dem Siakuh, am ersten Gebirgsübergang über diese Kette. Weissliches, rauhes und kleinporöses Gestein mit spärlichen, makroskopisch erkennbaren Sanidinkrystallen und Biotitblättchen.

Unter dem Mikroskope erkennt man leicht die Trachytbestandtheile in Fragmenten. Sanidin und Plagioklas sind in schönen Krystallen erhalten.

2. Trachyttuff vom Wege von Veramin nach dem Siakuh am ersten Gebirgsabhang, den man trifft, wenn man den Höhenzug Kuh i Kaleng passirt. Rothbrauner sehr fester Tuff mit deutlich erkennbaren Krystallen von Feldspath, Biotit und (selten) Augit. Ausserdem enthält er Brocken eines weisslichen Tuffes von der

Digitized by Google

Beschaffenheit wie 1. Das Mikroskop zeigt schöne Plagioklas und Sanidinkrystalle, oft vollständig erhalten, selten zersetzt; ebenso Biotit und Augit. Diese grösseren Bestandtheile werden von der ungemein feinkörnigen, durch Eisenoxydhydrat getrübten Hauptmasse oft in Strömen umflossen.

3. Tuff vom östlichen Punkt des Hügelzuges Kuh i Kaleng, den man am Wege von Veramin nach dem Siakuh passirt. — Rothbrauner Tuff, weisslich gestrichelt, da mit der dunkeln Hauptmasse des Gesteins zahlreiche linsenförmige Partien oder ca. 2 Mm. mächtige Lagen helleren Tuffes abwechseln. Das Gestein ist sehr fest, haftet nicht an der Zunge und zeigt nur wenige makroskopische Einschlüsse von Krystallen. Unter diesen ist Feldspath und Biotit zu erkennen.

Auch hier zeigt das Mikroskop neben Fragmenten schön erhaltene Individuen von Sanidin und Plagioklas[1]).

Gestein der Berge von Kenarigird.

Das tiefrothbraune Gestein zeigt feinkörnige granitische Structur, nur wenige leicht ins rothe spielende grössere Krystalle gestreiften Feldspaths heben sich besonders ab. Einzelne derselben sind zersetzt; sonst ist mit blossem Auge nur noch spärlicher Biotit in sechsseitigen Täfelchen und kurzen Säulchen zu erkennen. Derselbe ist aber so vollständig von Eisenocker verdrängt, dass man eigentlich richtiger nicht von Biotit sondern von Pseudomorphosen nach diesem Minerale sprechen sollte. Das Gestein lässt sich in Folge zahlreicher dasselbe durchsetzender Spalten unschwer in unregelmässige Brocken zerschlagen.

[1]) Vom Wege zwischen Veramin und dem Siakuh, etwa in der Mitte der Hügelpassage, wo die Gehänge sich durch lebhafte rothe und weisse Färbungen auszeichnen, stammt ein weisses, erdiges Gestein, das vielleicht ebenfalls nicht zu den eruptiven Producten zu rechnen ist. Es ist kreideähnlich, lässt sich mit dem Hammer leicht zerschlagen und erregt an der Zunge lebhaften Salzgeschmack. Kocht man ein Stück in Wasser, so bleibt ein mürbes Gerüste von feinen Feldspathstäubchen zurück. Die Lösung enthält nur Chlornatrium und Spuren von Chlorkali. Auch im Dünnschliff, in welchem natürlich vom Kochsalz nichts mehr zu entdecken ist, zeigt sich nur ein Aggregat von sehr feinen Feldspathstäubchen in geringer Zersetzung, grössere Körnchen polarisiren ziemlich lebhaft. Der Salzgehalt beträgt nach einer einmaligen Bestimmung 6·5 Proc.

Digitized by Google

Nach der mikroskopischen Untersuchung lässt sich dasselbe als ein durch seine granitische Structur ausgezeichneter Augit-Andesit bezeichnen.

Es repräsentirt sich nämlich unter dem Mikroskope als ein granitisches Gemenge von buntgestreiftem Plagioklas und Augit, das viel Magnetit und Eisenoxyd und spärlich den oben erwähnten umgewandelten Biotit führt.

Die Hauptmasse des Gesteins bildet der Plagioklas. Derselbe erscheint in Form lang leistenförmiger Individuen in allen Grössenübergängen von den makroskopischen Krystallen abwärts, ohne zu bedeutender mikroskopischer Kleinheit herabzusinken. An ihnen befinden sich, besonders an den grösseren, die früher erwähnte zinnenförmige Bildung oft; anderweitig bekannte Erscheinungen, wie plötzliches Abbrechen einzelner Lamellen oder Auskeilen derselben, kann man auch hier sehr häufig beobachten. Knickungen der längeren Individuen, Quersprünge, in welche dann färbendes Eisenoxydhydrat eingedrungen ist, Spaltungen grösserer Krystalle in ihre Lamellen durch eingezwängte Augitkörner und andere Zeichen lebhafter Bewegung der Masse sind häufig. Die Mikrostructurverhältnisse bieten nichts besonders auffallendes. Gewöhnlich sind die grösseren Glaseinschlüsse, die in der Regel durch winzige Entglasungsproducte getrübt sind, und die spärlichen Gasporen in einem ovalen Kranze, der nur ganz im allgemeinen den äusseren Krystallumrissen folgt, angeordnet, dabei bleibt ausserhalb und innerhalb desselben grösstentheils einschlussfreie Substanz übrig.

Der Augit findet sich nicht in deutlichen Krystallen, sondern in rundlichen Körnern oder länglichen Fragmenten. Da dieselben nicht über eine bestimmte Grösse gehen, so bilden sie mit den kleineren Feldspathen gegenüber den grösseren Ausscheidungen des letzteren Minerals eine Art grobkörniger Grundmasse. Ausserdem kommt der Augit auch in langen mikroskopischen, oft büschelig angeordneten Nadeln in grosser Menge durch das Gestein zerstreut vor. Interpositionen sind mit Ausnahme des Magnetits selten; zuweilen trifft man grössere, farblose Glaseier ohne Entglasungsproducte und Bläschen, wie sie auch in den Augiten der Demavendtrachyte erwähnt wurden. — Pleochroismus fehlt vollständig. Zersetzungserscheinungen sind nicht zu beobachten.

Digitized by Google

Biotit ist nicht häufig und erscheint stets im auffallenden Lichte matt ziegelroth, im durchfallenden fast opak. Uebrigens ist die Entscheidung, ob ein derartiges sechsseitiges Blättchen ursprünglich Biotit gewesen oder nicht vielmehr dem Eisenglanz angehört hat, schwierig, da sehr viele sechsseitige Querschnitte im auffallenden Lichte metallisch glänzende Partien enthalten, also in Eisenoxydhydrat übergegangener Eisenglanz sind.

Das Eisenoxyd nimmt überhaupt einen sehr bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung, und zwar entweder in den ebengenannten Formen und in unbestimmt begrenzten, metallisch glänzenden, häufig schwach roth durchscheinenden Flecken, oder und zwar in grosser Menge, als Hydrat, welches in Form von trübrothen Fetzen und Streifen im ganzen Gestein verbreitet ist.

In besonders schönen Formen und nicht unbedeutender Menge beobachtet man den Magnetit in der Regel in wohl entwickelten Oktaëdern. Die kleinen Krystalle sind dann oft in schönen geraden und sich rechtwinkelig kreuzenden Strichen oder anderen geometrischen Gruppen angeordnet.

Gestein vom westlichen Elburs.

Trachyt zwischen Dschowistan und Getterde (gleich hinter den Diabasen von Dschowistan). Das Gestein gleicht, abgesehen davon, dass es viel fester und frischer aussieht und hornblendereicher ist, so vollkommen dem weisslichgrauen Trachyt, wie er sich zwischen Ask und dem Laanflusse am Demavend findet (vgl. p. 23), dass hier, um nicht schon Gesagtes zu wiederholen, von einer Beschreibung desselben Umgang genommen werden kann.

Innsbruck, Mineralogisch-petrographisches Universitätsinstitut. November 1880.

Erklärung der Tafel VIII.

Figur 1. Hypersthen. Vollständige Combination aller beobachteten Flächen.
Figur 2. Sphärische Projection der am Hypersthen vom Demavend beobachteten Flächen.
Figur 3. Häufige Combination mit Angabe der Oberflächenzeichnung.
Figur 4. Durchschnitt von Hypersthen im Dünnschliff.
Figur 5. Querschnitt von Apatit mit regelmässig angeordneten Einschlüssen.
Figur 6. Radialblättrige Aggregate von Tridymit im Durchschnitt.

Digitized by Google

XIX. Mineralogisches.

Von Dr. A. Frenzel.

1. Vanadinit und Tritochorit.

Der Descloizit, welcher bisher auf Grund einer Analyse von Damour als ein Halbvanadat von Blei betrachtet wurde, ist nach einer neueren Analyse von Rammelsberg[1]) kein Halb-, sondern ein Viertelvanadat von Blei. Demzufolge konnte das Bleivanadat von Wanlockhead, welches dem Vanadinit gegenüber zu wenig Chlor und Bleioxyd, dagegen zu viel Vanadinsäure enthält, nicht mehr mit dem Descloizit vereinigt werden und Rammelsberg bemerkt, dass, wenn die Existenz eines Halbvanadats von Blei sich bestätigen sollte, dieses mit einem besonderen Namen belegt werden müsste.

Von dem grossen Material, das ich seinerzeit von dem Fundort Wanlockhead besass, waren mir nur ein Stück Vanadinit und zwei kleine Stückchen des angeblichen Descloizits übrig geblieben. Auch diese wurden vollends geopfert, leider aber unter ihnen kein Exemplar gefunden, das zu wenig Chlor ergeben hätte, um eine Trennung vornehmen zu können; sämmtliche drei Exemplare sind vielmehr als Vanadinit zu betrachten.

Das schönste Stück Vanadinit, kleine, traubige, hell- bis dunkelbraun gefärbte Partien, welche auf zersetztem Ganggestein aufsitzen, untersuchte ich mit folgendem Resultat:

Chlor	2·39
Bleioxyd . . .	76·88

Die braunen Kugeln, welche im Innern gelblichgrau gefärbt und schwach fettglänzend sind, analysirte ich mit nachstehendem Ergebniss:

---

[1]) Monatsber. der Berliner Akademie. 1880, pag. 652.

Digitized by Google

	a	*b*
Chlor	2·28	2·42
Bleioxyd	72·09	72·46
Kalkerde	2·94	3·17
Zinkoxyd	0·08	0·59
Kupferoxyd	0·15	—
Eisenoxyd	0·46	1·78
Thonerde	1·85	
Kieselsäure		—
Phosphorsäure	2·68	2·86
Vanadinsäure	(17·47)	(16·72)
	100·00	100·00

Von diesen Bestandtheilen sind Kieselsäure und Thonerde, sowie Zink-, Kupfer- und Eisenoxyd als Beimengungen zu betrachten, die Kalkerde kann dagegen als Vertreter von Bleioxyd aufgefasst werden und dann berechnet sich die folgende Zusammensetzung:

	a	*b*
Chlor	2·34	2·48
Bleioxyd	73·97	74·22
Kalkerde	3·02	3·25
Phosphorsäure	2·75	2·93
Vanadinsäure	17·92	17·12
	100·00	100·00

Beide Analysen ergeben die Vanadinit-Zusammensetzung. In Analyse *a* ist das Verhältniss der Basen zu den Säuren wie 350 : 117, während in Analyse *b* sich ein kleiner Ueberschuss an Kalkerde ergibt, da hier das Verhältniss der Basen zu den Säuren wie 3·12 : 1 ist. Wenngleich nun diese erneute Untersuchung einerseits ergeben hat, dass unter den Vanadinbleien von Wanlockhead Vanadinite vorkommen, die statt Pyromorphit wohl Apatit in isomorpher Mischung enthalten, so ist andererseits die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass noch Vanadinbleie von anderer Mischung, vielleicht eben ein Halbvanadat von Blei, daselbst vorkommt; für diese Möglichkeit spricht das Vorkommen von Vanadinbleien mit geringerem Chlorgehalt, als Vanadinit erfordert, und die selbstverständlich dann eben kein Vanadinit sind. Weitere Untersuchungen werden hoffentlich Aufschluss geben, ich für meine Person danke

Digitized by Google

indessen, da ich gerade für diese Untersuchungen schon mehr als genug Opfer brachte, indem man die Vanadinbleie von Wanlockhead nicht anders als zu sehr hohen Preisen erlangen kann.

Als Probe von Liefergut gelangte in unser Hüttenlaboratorium ein Stückchen Vanadinblei, welches eine so frappante Aehnlichkeit mit der braunen strahligen Zinkblende zeigte, dass es vorläufig bei Seite gelegt wurde. Als indessen die trockne Probe einen Gehalt von so und soviel Blei und Kupfer ergab, wurde nun auch das Stückchen vor dem Löthrohr untersucht, wobei es sich wirklich herausstellte, dass ein Vanadinblei und vielleicht sogar ein neues Mineral vorlag. Die mineralogischen Charaktere sind die folgenden: Derb, Structur stänglich; spaltbar nach der Längsrichtung der Stängel mit ziemlicher Deutlichkeit; man erhält dünne Blättchen, welche einem Pinakoid entsprechen, das Mineral dürfte daher nicht hexagonal, sondern rhombisch, monoklin oder triklin krystallisiren. Die Unterseite des Stückchens trägt eine Quarzkruste, die Oberseite ist ein feines Gewirre von unbestimmbaren Krystallflächen. Farbe schwärzlichbraun, mit lichteren, gelblichbraunen Stellen. Strich blass citrongelb. Härte 3·5. Specifisches Gewicht 6·25.

Chemische Zusammensetzung nach zwei gut übereinstimmenden Analysen:

Bleioxyd	53·90
Kupferoxyd	7·04
Zinkoxyd	11·06
Vanadinsäure . . .	24·41
Arsensäure	3·76
	100·17

Aus dieser Mischung berechnet sich ein Drittelvanadat, das Verhältniss der Basen zu den Säuren ist wie 3·12 : 1. Da wir bereits zwei Drittelvanadate, Eusynchit und Aräoxen, kennen, so ist unser Mineral das dritte im Bunde. Dasselbe weicht sowohl in chemischer, als auch in physikalischer Hinsicht von den beiden älter bekannten Drittelvanadaten derart ab, dass es wohl gerechtfertigt erscheint, es als ein besonderes Mineral aufzustellen, für welches ich mir den Namen Tritochorit vorzuschlagen erlaube. Der Name ist von τριτος und χωρέω, folge, abgeleitet.

Digitized by Google

Rammelsberg schreibt: „Eusynchit und Arãoxen sind zwei ähnliche, jedoch durch den Arsengehalt des letzteren verschiedene Mineralien.“ Das neue Mineral weicht aber nicht nur durch den Arsen-, sondern auch durch den Kupfergehalt von den beiden Mineralien ab.

Das specifische Gewicht des Tritochorit ist beträchtlich höher, als das des Eusynchit und Arãoxen und diese beiden Mineralien sollen nur in kugligen oder traubigen Partien von rothbrauner bis braunrother Farbe auftreten; im Aeusseren stimmt das Mineral etwas besser mit dem Dechenit überein.

Der Tritochorit ist ein sehr schönes Mineral. Leider fand eine Anlieferung an die Hüttenwerke nicht statt und der Fundort ist mir bis jetzt unbekannt geblieben.

Das Mineral schmilzt vor dem Löthrohr sehr leicht unter Aufkochen, entwickelt schwachen Arsengeruch, beschlägt die Kohle in der Oxydationsflamme weiss und gelb von Zink- und Bleioxyd und gibt in der Reductionsflamme Bleikörner, welche sich rings um eine zurückbleibende schwarze, poröse Masse ansammeln. In Salpetersäure löst es sich leicht zu einer gelbgrünen Flüssigkeit, in Salzsäure gleichfalls anfangs zu einer gelben, dann schön grünen Lösung. Die salpetersaure Lösung entfärbt sich bei der Verdünnung mit Wasser, während die salzsaure Lösung die grüne Färbung beibehält.

2. Vorkommnisse von Albergaria velha in Portugal.

Der Fundort Albergaria velha in Portugal ist durch das Vorkommen der strahligen Blende, des Spiauterit Breithaupt's, wohl allen Mineralogen dem Namen nach bekannt, dagegen dürfte die Kenntniss von den anderen dortigen Vorkommnissen eine sehr geringe sein, denn nur Breithaupt gab über dieselben beiläufig einige ganz kurze Notizen[1]). Breithaupt berichtet über die Vorkommnisse von den Gruben Penna und Telhadella bei Albergaria velha, während die mir vorliegenden Mineralien von den Minen Braçal bei Albergaria velha und speciell von der Grube Malhada stammen.

Die Gruben von Braçal liegen in einem sehr grossen Thonschieferbecken und bauen auf Bleiglanz. Ausser Bleiglanz, dem

[1]) Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1863, S. 26.

Digitized by Google

Hauptvorkommen, sind die tesserale und hexagonale Zinkblende, Pyrit und Markasit, Braunspath und Kalkspath noch vorherrschende Mineralien.

Der Bleiglanz liefert ganz vorzügliche Krystallvarietäten. Vorherrschend oktaedrisch, treten ferner das Hexaeder und der Mittelkrystall auf. Rhombendodekaeder, Triakisoktaeder und Hexakisoktaeder beobachtete ich nicht, ebensowenig Zwillingsbildungen. In der Grösse variiren die Krystalle beträchtlich, es treten ganz kleine Kryställchen auf und Oktaeder und Hexaeder bis zu 5 Cm. Kantenlänge. In der Ausbildungsweise leistet dieser Bleiglanz alles Mögliche. Es treten förmliche Krystallgerippe auf; Krystalle mit eingefallenen, bezw. unfertig gebildeten Würfelflächen; Aufbauungen von kleineren Krystallen zu grösseren; Fortwachsungen, ein Oktaeder mit glatten, glänzenden Flächen trägt eine Unzahl winziger Hexaederchen, angeordnet in der Weise, wie es die Fig. 11, Taf. I in Groth's „Mineraliensammlung der Universität Strassburg" zeigt; Ueberlagerungen gleichwerthiger neugebildeter Krystallflächen auf schon vorhandenen älteren; Krystalle mit gewölbten, geflossenen, gestreiften, geknickten, zerfressenen, zerlöcherten Flächen; in Hohlräumen finden sich fransen- und vorhangartige Bildungen. Der Bleiglanz von Braçal liefert für das Studium der Krystallotektonik ein ganz vorzügliches Material. Eigentliche Monstrositäten, sonst bei dem Bleiglanz nicht selten, beobachtete ich nicht, alle Krystalle fanden Musse und Gelegenheit, ihre Hauptform, Oktaeder oder Hexaeder, zur guten Ausbildung zu bringen.

Von besonderem Interesse sind die Ikositetraeder, welche sowohl bei den oktaedrischen, als auch bei den hexaedrischen Krystallen auftreten; in letzterem Falle, in welchem die Ikositetraederflächen eine grössere Ausdehnung erreichen, sind dieselben glatt, bei den oktaedrischen Krystallen dagegen, an denen die Ikositetraederflächen nur geringe Ausdehnung erlangen, meist gerieft. Es treten verschiedene und vorherrschend sehr stumpfe Ikositetraeder auf, einige werden so stumpf, dass die auf der Würfelfläche sich erhebenden vier Flächen des Ikositetraeders in eine Ebene zu fallen scheinen; in der Regel ist die Spitze dieser stumpfen Pyramide wieder durch eine Fläche des Hexaeders abgestumpft. Schliesslich werden die Ikositetraederflächen vicinal und die Hexaeder erhalten auf einzelnen Flächen die Streifung, wie sie von Sadebeck ver-

Digitized by Google

anschaulicht wird in Fig. 9, Taf. 13 der „Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft", 1874.

Sadebeck bringt a. a. O. S. 630 diese Streifung mit Zwillingsbildung in Zusammenhang, während hier bei dem portugiesischen Bleiglanz nur einfache Krystalle vorliegen.

Herr Dr. Arzruni war so freundlich, einige Krystallmessungen vorzunehmen und theilte mir Folgendes darüber mit:

„Die Winkelwerthe der Ikositetraeder sind nicht blos von Krystall zu Krystall, sondern auch von einem Oktaeder zum andern an einem und demselben Krystall variabel und führen zu verschiedenen Indices. Einige dieser Gestalten sind sogar möglicherweise blos scheinbare Ikositetraeder, indem ihre Flächen manchmal aus je zwei zu einander unter sehr stumpfen Winkeln geneigten, mit in den Dodekaederebenen gelegenen Kanten zusammenstossenden Flächen bestehen, welche demnach einem 48-Flächer angehören würden.

Die an drei Krystallen ausgeführten Messungen ergeben mit ziemlicher Sicherheit die am Bleiglanz bisher nicht beobachteten Ikositetraeder (1 . 1 . 15) und (1 . 1 . 10), ferner das von C. Klein (Jahrb. f. Mineral. 1870, S. 311) aufgefundene (1 . 1 . 4) [1]).

In der folgenden Tabelle sind neben den gemessenen Werthen die für diejenigen Formen, auf welche sie sich wahrscheinlich beziehen, berechneten angegeben, sowie die berechneten Werthe für Formen mit naheliegenden Indices."

Form	Berechnet zu (100)	Gemessen zu (100)	Berechnet zu (111)	Gemessen zu (111)	Zahl der Kanten	Nr. des Krystalls
2 . 2 . 31	5° 12′ 44″	5° 18′	49° 31′ 16″	49° 15·5′	2	II.
1 . 1 . 15	5 23 6	5 27	49 20 54	49 20	3	I. und II.
2 . 2 . 29	5 34 15·5	—	49 9 44·5	—	—	—
1 . 1 . 14	5 46 1.5	—	48 57 58·5	—	—	—
2 . 2 . 27	5 58 49	6 0·5	48 45 11	48 59·5	2	II.
1 . 1 . 13	6 12 31	—	48 31 29	—	—	—
1 . 1 . 10	8 2 58	8 0.5	46 41 2	47 0·5	1	III.
1 . 1 . 4	19 28 16	19 51·5	35 15 48	35 10	1	III.

[1]) Sadebeck führt (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. S. 520) diese Form irrthümlich als eine zuerst von C. Naumann beobachtete auf. (Arzruni.)

Digitized by Google

Es ist jedenfalls interessant, dass Arzruni an nur drei untersuchten Krystallen die zwei für Bleiglanz neuen Formen 15 *O* 15 und 10 *O* 10 auffand, so dass nun überhaupt bis jetzt 12 Ikositetraeder am Bleiglanz nachgewiesen sind. Weitere Untersuchungen werden ohne Zweifel ähnliche Resultate ergeben und wir kommen noch einmal auf diesen Gegenstand zurück.

Die Bleiglanzkrystalle sitzen auf Thonschiefer auf und werden von Eisenkies und Braunspath begleitet, der Braunspath überwuchert mitunter völlig die Bleiglanzkrystalle, manche der letzteren sind auch von einer schmutzig grünlichgrauen Haut überkleidet.

Wurtzit und Sphalerit. Bereits vor 19 Jahren stellte Breithaupt die strahlige Blende von Albergaria velha zum Wurtzit[1]), später hat Zirkel auf optischem Wege die Zugehörigkeit zu Wurtzit erkannt. Breithaupt machte schon darauf aufmerksam, dass zu Przibram beide Zinkblenden zusammen vorkommen und dass er von daher auch eine stängliche tesserale Zinkblende kenne. Auch zu Albergaria velha kommen beide Blenden vor und es wird mitunter ihre Unterscheidung schwierig, wenn beide Blenden derb und von gleicher Structur, stänglich, faserig bis körnig, auftreten. v. Lasaulx fand[2]), dass die Blende von Albergaria velha tesseral sei und man kann daher wohl annehmen, dass diesem Forscher eben Sphalerit zur Untersuchung vorgelegen hat.

Der Wurtzit tritt, wie bekannt, in kleinen bis sehr grossen dunkelnelkenbraunen Kugeln und Nieren auf, die Oberfläche dieser Kugeln ist nur selten glatt, sondern zeigt meist ein feines krystallinisches Gefüge, mitunter kann man selbst einzelne Krystallspitzen unterscheiden, trotzdem ist es mir nicht gelungen, die Krystallformen bestimmen zu können; dagegen schreibt Breithaupt, dass „die Oberfläche der Nieren kleine Kämme zeige, welche von den Basiskanten der pyramidalen Flächen gebildet werden, die Individuen sind mithin auch mit solchen Kanten aufgewachsen".

Eindrücke im Wurtzit, von einem verschwundenen Mineral, welches Breithaupt für Anhydrit anspricht, herrührend, liegen auch von der Grube Malhada vor.

Der Sphalerit ist von schwarzer Farbe. Er tritt derb und krystallisirt auf und die Krystalle zeigen tetraedrische Ausbildung.

[1]) Berg- und Hüttenm. Zeitung 1862, S. 98.

[2]) Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineral. 10. Aufl., S. 289.

Digitized by Google

Ein Tetraeder tritt selbstständig auf oder ist combinirt mit dem Hexaeder oder einem Trigondodekaeder, das Gegentetraeder beobachtete ich nicht ein einziges Mal. Die Krystalle sind meist zu Drusen unregelmässig durcheinander verwachsen, sitzen auf einer Unterlage von Bleiglanz oder direct auf Thonschiefer und werden von Braunspath überkleidet.

Pyrit und Markasit. Der Eisenkies ist schön krystallisirt, stets mit vorwaltendem Hexaeder, welches theils selbstständig, theils in den Combinationen $\infty O \infty . \frac{\infty O 2}{2}$ und $\infty O \infty . O$ auftritt. Die Krystalle der ersteren Combination zeigen besonders schöne Ausbildung und sind von ansehnlicher Grösse, die der letzteren Combination sind dagegen klein und viele Individuen unregelmässig durcheinander verwachsen, die mannigfachsten Gruppirungen bildend.

Der Markasit sitzt, wenn er in Krystallen auftritt, auf derbem Eisenkies auf oder bildet auch grössere Knollen oder Kugeln; er findet sich in der Form des Speerkieses und Kammkieses. Die grossen Knollen zeigen, wie der Spiauterit, auf der Oberfläche Krystallkämme und auf dieser Krystallkamm-Oberfläche sitzen häufig wieder kleine Kugeln von Markasit. Die letzteren kugligen Abänderungen verwittern ungemein schnell.

Braunspath und Kalkspath. Ersterer scheint vorzuherrschen, er findet sich häufig auf Bleiglanz und Sphalerit aufsitzend, und tritt durchgängig in schönen Krystallen, die nur das Grundrhomboeder zeigen, von rein weisser Farbe auf; manche Krystalle zeigen einen trüben Kern bei durchsichtiger Hülle, oder umgekehrt eine trübe Hülle mit hellem Kern. Die Krystalle kommen z. Th. von bedeutender Grösse vor, so konnte ich ein Prachtstückchen mit Krystallen von 2 Cm. Kantenlänge meiner Sammlung einverleiben.

Breithaupt stellt den Braunspath von Telhadella zum Pistomesit, da er das spec. Gewicht 3·428 fand; das Mineral von Braçal ist kein Pistomesit, sondern ein echter Braunspath, da es perlmutterglänzend ist, von reinweisser Farbe und das spec. Gewicht 2·80 besitzt.

Der Kalkspath findet sich in hübschen Drusen, welche von Krystallen der Form $-\frac{1}{2}R$ gebildet werden, in Begleitung von Eisenkies auf Thonschiefer aufsitzend.

Digitized by Google

3. Pikrosmin.

Auf Wunsch des Herrn Bergrath Kreischer in Freiberg untersuchte ich ein Mineral, welches derselbe selbst aufgefunden hat und welches gangweise im Grünstein des Plötzbachthales oberhalb Haslau bei Zwickau auftritt. Das Mineral ist von licht grünlichgrauer bis berggrüner Farbe, Strich farblos, von stänglicher Structur, Härte 3, spec. Gewicht 2·80. Der Glanz ist meist gering und fettartig, doch liegen Stücke vor, die starken Fettglanz zeigen, verbunden mit einer ausserordentlichen Glätte der Stängel. Das Mineral lässt sich nach der Längsrichtung der Stängel leicht spalten. Die meisten Stücke zeigen an der Oberfläche eine schmutziggraue, braune bis schwärzliche Färbung, wohl eine Folge beginnender Oxydation und Umwandlung und erlangen dadurch ein unscheinbares, holz- oder lederartiges Ansehen. So konnte es auch einem solchen Handstück passiren, dass, als es sich in eine schöne, berühmte Sammlung eindrängen wollte, es vom Custos hart angelassen und rasch wieder zur Thür hinausbefördert wurde.

Will man heutzutage ein solches Silicat untersuchen und man unterliesse die Herstellung eines Dünnschliffes, so würde man in den Bann gethan (vgl. Fischer in Zeitschr. für Krystallogr. 1880, S. 364). Um dieser Calamität zu entgehen, wandte ich mich direct an Herrn Prof. Fischer mit der Bitte, das fragliche Mineral unter dem Mikroskop auf seine Reinheit zu prüfen. Fischer hatte die Freundlichkeit, sich dieser Mühe zu unterziehen und antwortete: „Ihr Mineral ist homogen und so überaus feinfaserig, dass man fast nur an dem Rande des Präparates die verschränkt ineinander greifenden Faserbündel erkennen kann. Natürlich hat der Körper Aggregatpolarisation. An zufällig ganz dünn gerathenen Stellen des Präparates sieht man die Faserbildung auch fern vom Rand."

Bei dieser günstigen Sachlage erschien das mineralogische Aschenbrödel auch einer eingehenden chemischen Untersuchung werth und ich erhielt bei zwei Analysen die nachstehenden Resultate:

	a	*b*
Kieselsäure	60·45	59·80
Thonerde	0·50	0·12
Eisenoxydul	6·34	6·30
Kalkerde	1·25	3·30
Talkerde	26·01	25·18
Wasser	5·05	5·40
	99·60	100·10

Digitized by Google

Das Pulver war bei 100° getrocknet, bei welcher Temperatur 0·2 Proc. Feuchtigkeit entwichen. Das Mineral steht nach dieser Zusammensetzung dem Pikrosmin oder dem Pyrallolith am nächsten und da die Spaltungsverhältnisse mit denen des Pikrosmin am besten übereinstimmen, so lässt sich wohl auch das Haslauer Vorkommen füglich an den Pikrosmin anreihen.

Vor dem Löthrohr brennt sich das Mineral weiss und schmilzt in dünnen Splittern, Pikrosmin soll unschmelzbar sein; beim Anhauchen gibt es den bittern Geruch wie Pikrosmin.

4. Topas-Gilbertit-Kaliglimmer.

Den älteren Mineralogen war es bereits bekannt, dass der Topas der sächsisch-böhmischen Zinnerzgänge einer Umwandlung in eine weiche Substanz unterliegt, und wurde die letztere als Speckstein oder Steinmark bezeichnet[1]). Später wird indessen das Mineral, das auf genannten Zinnerzgängen Zinnerz- und Wolframitkrystalle umschliesst, vorzugsweise in Pseudomorphosen nach Topas, sowie auch pseudomorph nach Scheelit und Lithionit[2]) auftritt, als Gilbertit[3]) aufgeführt.

Diesen Gilbertit charakterisirte ich sowohl bezüglich seiner physikalischen als chemischen Eigenschaften näher[4]) und sprach aus, dass man zwei Varietäten zu unterscheiden habe.

Weitere Beobachtungen an dem Minerale haben mich dahin geführt, dass der aus Topas entstandene Gilbertit sich weiter in Kaliglimmer umwandelt, so dass der Gilbertit wohl gar keine selbstständige Mineralspecies, sondern nur ein Uebergangsglied der Umwandlung von Topas in Kaliglimmer, beziehentlich Lithionglimmer in Kaliglimmer, bildet.

Der Topas wird weich, nimmt eine grünlichgraue Farbe an und heisst nun Gilbertit. Der dichte Gilbertit nimmt allmälig mehr und mehr blättrige Structur an, die Farbe wird wieder licht, bis er die ausgesprochenste Form des Kaliglimmers besitzt. Für beide Uebergangsarten habe ich Belegstücke in meiner Sammlung. Da

[1]) Blum, Pseudomorphosen.
[2]) Sandberger, Jahrb f. Mineral 1880, II., p. 289.
[3]) Breithaupt, Paragenesis. v. Zepharovich, Lexicon, II., p. 134.
[4]) Jahrb. f. Mineral. 1873.

Digitized by Google

der Gilbertit keine selbstständige Krystallform besitzt, so lässt sich auch nicht von einer Pseudomorphose von Kaliglimmer nach Gilbertit reden, andererseits ist aber auch die Pseudomorphose von Kaliglimmer nach Topas nicht bekannt, Blum führt sie wenigstens in seinem „Vierten Nachtrag zu den Pseudomorphosen" nicht auf und doch ist wohl die Umwandlung von Topas in Kaliglimmer eine gewöhnliche Erscheinung[1]). Wahrscheinlich gab es ehedem weit mehr Topas auf den Zinnerzgängen und vielleicht hat der jüngere Flussspath sein Fluor aus dem umgewandelten Topas entnommen. Auch für das Zusammenvorkommen von Gilbertit und Flussspath kann ich Belegstücke in meiner Sammlung nachweisen.

5. Mehlquarz.

Der Kakochlor (Lithiophorit) aus dem sächsischen Obergebirge, von Johanngeorgenstadt, Breitenbrunn, Marienberg u. a. O. wird nicht selten von einem Amethyst begleitet, welcher z. Th. weich und bröcklig wird, ja selbst in feinstes Mehl sich umgewandelt hat. Die Frage, ob bei dieser Umwandlung der Quarz vielleicht eine andere Form angenommen habe, etwa Tridymit, Asmanit, oder sonst etwas Seltenes geworden sei, lag nicht fern. Allein nichts von dem. Der Mehlquarz ist der gemeinste Quarz geblieben, das specifische Gewicht wurde zu 2·645 gefunden und unter dem Mikroskop konnte mit dem besten Willen keine Spur von Krystallformen, sondern nur unregelmässige Körnchen wahrgenommen werden.

Der Mehlquarz zeigte die folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	97·35
Thonerde } Eisenoxyd }	1·20
Magnesia	0·27
Wasser	0·60
	99·42

Von dem Wasser gingen 0·20 bei 100° C., als hygroskopisches Wasser, das übrige erst bei höherer Temperatur fort.

---

[1]) Eine ähnliche Pseudomorphose „Pinit und Glimmer nach Pyrophysalith" ist von Zittel aufgefunden worden: Blum, Pseudom. III. Nachtrag, S. 103.

Digitized by Google

Interessant ist immerhin das zu verfolgende Mürbewerden des Quarzes, welches schliesslich so weit geht, bis der harte Körper in die allerkleinsten Theilchen, in das feinste Mehl, zerfallen ist.

6. Lautit.

In der Grube Rudolfschacht zu Lauta bei Marienberg in Sachsen machte man im Sommer 1880 einen edlen Anbruch, wobei folgende Mineralien vergesellschaftet vorgefunden wurden: Gediegen Arsen, Rothgültigerz, Kupferkies, Fahlerz, Bleiglanz und Schwerspath als Gangart. Mit diesen Vorkommnissen brach ein schwarzes Mineral ein, welches man nicht gut bestimmen konnte, und das bald für Zinkblende, bald für Fahlerz oder Enargit gehalten wurde, mit letzterem Mineral hat es denn auch grosse Aehnlichkeit.

Ende December 1880 erhielt ich eine grosse Stufe von Herrn Oberbergrath Müller zur Untersuchung, welche alle obengenannten Mineralien und zugleich geringe Partien fraglichen Körpers enthielt. Eine vorläufige analytische Untersuchung ergab ein überraschendes Resultat und sofort die Gewissheit, dass hier ein neues Mineral vorliege. Nachdem Herr Oberbergrath Müller mir weiteres ausreichendes Material zur Untersuchung übergeben hatte, konnte ich zwei genaue Analysen fertigen, und erhielt dabei die folgenden Resultate:

	a	*b*
Kupfer . . .	27·60—0·435	28·29—0·446
Silber . . .	11·74—0·109	11·62—0·108
Arsen . . .	42·06—0.560	41.06—0·547
Schwefel . .	18·00—0·562	17·60—0·550
	99·40	98·57

Hiernach berechnet sich also das Mischungsverhältniss in Analyse

	Cu	*Ag*	*As*	*S*
a)	3·99	1	5·14	5·15
b)	4·13	1	5·06	5 09

Und das Mischungsverhältniss ist demnach:

Cu	*Ag*	*As*	*S*
4	1	5	5

Digitized by Google

Die Formel $Cu_4\ Ag\ As_5\ S_5$ erfordert aber:

Cu_4	253·6	28·28
Ag	107·97	12·04
As_5	375	41·83
S_5	160	17·85
	896·57	100·00

Diese berechneten Gehalte stimmen mit den gefundenen sehr gut überein.

Die mineralogischen Charaktere sind die folgenden:

Metallglanz. Farbe eisenschwarz, Strich schwarz, Härte 3 bis 3·5, ritzt Kalkspath noch deutlich, spec. Gewicht 4·96. Mild bis wenig spröd. Structur stänglich bis körnig. Bis jetzt nur derb vorgekommen, zumeist in stänglichen, namentlich radialstänglichen Partien oder in feinfaserigen bis kleinkörnigen Aggregaten. Dass indessen das neue Mineral auch noch in Krystallen gefunden werden kann, dafür spricht schon das strahlige Gefüge; die mit einbrechenden Mineralien treten gleichfalls nur derb auf. Es gelang mir nicht, aus den Spaltungsverhältnissen das Krystallsystem zu bestimmen, da das Mineral auch nur undeutlich spaltet.

Vor dem Löthrohr decrepitirt es heftig; schmilzt leicht, viel Arsenrauch abgebend, zu einer blanken Kugel. Auch im Glaskölbchen setzt es nach starker Decrepitation einen Arsenspiegel ab. In Salpetersäure löslich, Salzsäure schlägt Chlorsilber nieder, nach Zusatz von Ammoniak und Magnesiasulphat fällt aus der blauen Lösung ein weisser Niederschlag von arsensaurer Ammoniak-Magnesia aus.

Das eigenthümliche, durch seine chemische Zusammensetzung hochinteressante Mineral benenne ich Lautit, nach seinem ersten Fundorte Lauta. Gediegen Arsen, Kupferkies und Rothgültigerz sind die vorherrschenden Mineralien und in verhältnissmässig grosser Menge aufgetreten; diese Mineralien oder die Bestandtheile dieser Mineralien konnten nun die Veranlassung zur Bildung dieses interessanten und schönen, uns bisher unbekannt gebliebenen Körpers geben.

Der Lautit ist in ansehnlicher Menge eingebrochen, so dass wohl jedes Museum ein Exemplar wird erlangen können. Auch befindet sich das Mineral bereits im Handel, denn ich erwarb ein Stück von Herrn A. G. Roch in Dresden, welches derselbe nebst schönen Pseudomorphosen von Glaserz nach Rothgültigerz im Juli 1880 auf der genannten Grube gekauft hatte.

Digitized by Google

XX. Ueber sogenannten kosmischen Staub.

Von A. von Lasaulx.

Eine längst bekannte, aber in den letzten Jahrzehnten häufiger und an verschiedenen Orten genauer beobachtete und untersuchte Erscheinung ist das Niederfallen von Staubmassen aus der Atmosphäre, entweder mit Regen, Schnee, Hagel gemischt, oder auch trocken. Solche Staubregen, die nach der häufig rothen Farbe auch als Blutregen bezeichnet wurden, sind als von sehr verschiedener Zusammensetzung erkannt worden.

Von solchen Staubmassen, die überwiegend aus organischen Resten, z. B. aus pflanzlichen Stoffen, Blüthenstaub u. dergl., oder aus Diatomeen bestehen, soll hier ganz abgesehen werden. Wir verdanken über die ersteren u. a. Göppert[1]) mehrfache interessante Mittheilungen, und zu der Kenntniss der letzteren sind die classischen Arbeiten Ehrenberg's[2]) bahnbrechend gewesen. Für beide ist auch wohl die terrestrische Abstammung wenigstens dieser wesentlichsten Bestandtheile nie zweifelhaft gewesen.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind lediglich mineralische Staubmassen, die deshalb ein besonderes Interesse erweckt haben, weil das Studium derselben zu der Annahme geführt hat, dass diese eben zum kleineren oder grösseren Theile kosmischen, ausserterrestrischen Ursprunges seien.

Döbereiner[3]) war wohl der erste, der einen solchen im Winter 1812 auf 1813 mit Schnee gefallenen Staub auf seine Bestandtheile prüfte und fand, dass er aus Kalk, Kiesel und einer Spur von Eisen bestand. Fast um dieselbe Zeit, am 14. März 1813, fiel in Italien an mehreren Orten ein von Süden hergekommener röthlicher Staub, in welchem die zwar untereinander sehr abweichenden Analysen

[1]) Schles. Provinzialblätter 1831; Pogg. Ann. XXI., 550 u. a

[2]) Passatstaub und Blutregen etc. Abh. d. Berl. Akad. 1847 u. a.

[3]) Schweigg. Journ. IX., 222.

Digitized by Google

von Sementini[1]) und Spedallieri[2]) Kiesel, Thon, Kalk, Eisen, kohlige und organische Substanz nachwiesen. Ehrenberg[3]) wies zuerst Nickel nach, jedoch in solchen Staubmassen, die er selbst sonst für entschieden terrestrischen Ursprunges hielt.

Auf kosmischen Ursprung hat wohl zuerst Arago[4]) diese Staubfälle zurückgeführt und dieselben als von den Fällen der gewöhnlichen Meteorite nicht wesentlich verschieden bezeichnet.

Unter den neueren Arbeiten über diesen Gegenstand sind es vorzüglich die Untersuchungen von Nordenskiöld, Silvestri und Tissandier, welche den kosmischen Ursprung solcher Staubfälle mit neuen Beweisen zu unterstützen suchen.

In einer Abhandlung: „Ueber kosmischen Staub, der mit atmosphärischen Niederschlägen auf die Erdoberfläche herabfällt" [5]), fasst Nordenskiöld seine an verschiedenen Stellen schon früher mitgetheilten Beobachtungen zusammen. Er untersuchte die bei starkem Schneefall zu Stockholm und fern von allen grösseren Orten, in der Mitte finnländischer Forste gefallenen Staube, sowie auch den auf dem Schnee des Treibeises, zwischen den Norskoër-Inseln und der Parry-Insel gesammelten.

Alle diese Staubmassen enthielten schwärzliche organische Substanz und mit dem Magnete ausziehbare Bestandtheile von metallischer Beschaffenheit: Eisen stets mit Nickel, Cobalt, Phosphor und Fragmente von Diatomaceen. Nordenskiöld hebt dann ausdrücklich hervor, dass diese Staubmassen vollkommen ähnlich seien einem anderen, der ganz besonders eingehend untersucht wurde. Dieser letztere fand sich auf dem Boden offener, verticaler, mit Wasser gefüllter Löcher auf der Oberfläche des Eises in den entlegensten Gegenden des Binneneises von Grönland und bildet eine mehrere Millimeter dicke Lage eines grauen Pulvers, das sich zu kleinen, runden Bällchen zusammenbackt. Es hat einen starken, fauligen Geruch, den Nordenskiöld mit Buttersäure vergleicht. Unter dem Mikroskope erkennt man, dass das Pulver der Hauptsache nach aus farblosen, krystallinen, kantigen Körnern und wenig

[1]) Gilbert's Ann. LXIV., 327.
[2]) Schweigg. Journ. XIV., 130.
[3]) l. c.
[4]) Astronomie populaire, t. IV, 208.
[5]) Pogg. Ann. CLI. (6. Reihe), p. 154.

Digitized by Google

durchsichtigen, zum kleinen Theile gelbgefärbten Stückchen besteht, die, z. Th. mit Spaltflächen versehen, für Feldspath gelten, aus grünen Krystallfragmenten (Augit?) und aus schwarzen, undurchsichtigen Partikeln, die vom Magnete angezogen werden. Spuren von kohlensaurem Kalk sind nicht vorhanden.

Nordenskiöld glaubt alle weissen Körner, die der Menge nach durchaus überwiegen, für eine neue Mineralspecies halten zu dürfen, deren Zusammensetzung annähernd durch die von G. Lindström ausgeführte Analyse des Gesammtstaubes ausgedrückt werde und nennt dieselbe Kryokonit [1]). Die Zusammensetzung ist die folgende:

SiO_2	62·25
Al_2O_3	14·93
Fe_2O_3	0·74
FeO	4·64
MnO	0·07
CaO	5·09
MgO	3·00
K_2O	2·02
Na_2O	4·01
PO_5	0·11
Cl	0·06
H_2O, organ. Substanz	2·86 (bei 100° Gl.)
H_2O, Hygroskop.	0·34 („ 15—100°)
	100·12

Dass der Kryokonit nicht Grus von der Gneissregion der Küste sein könne, schliesst Nordenskiöld wesentlich aus der Abwesenheit des Quarzes, aus dem bedeutenden Natrongehalt des Stoffes und aus dem Mangel an Glimmer, der von den Bestandtheilen des Gneisses oder Granites am leichtesten vom Winde transportirt wird. Er hält dann diesen Staub entweder für eine vulcanische Asche von Island oder Jan Mayen, oder, wofür die Gegenwart kobalt- und nickelhaltigen Eisens spreche, ganz oder wenigstens diesen Bestandtheil für kosmischer Herkunft. Dafür wird schliesslich auch noch das ganz ähnliche Verhalten der vor-

[1]) Aus welchen Gründen die Krystallform des Kryokonites als monoklin angenommen wird, ist nicht angegeben und mir auch nicht verständlich.

Digitized by Google

händenen organischen Substanz mit jener in den Eisenmassen von Ovifack betont.

Durch die Zuvorkommenheit des Herrn von Nordenskiöld habe ich eine zur Untersuchung ausreichende Probe dieses Staubes, des Kryokonites, erhalten und ist das Ergebniss derselben im Folgenden mitgetheilt. Freilich muss ich hierbei den Ansichten des berühmten Entdeckers über die Zusammensetzung und Natur dieser Substanz wesentlich entgegentreten.

In Sicilien sind ganz besonders häufig solche Staubfälle beobachtet worden, stets in unmittelbarer Folge und nach aussergewöhnlich heftigen Sturmerregungen in der Atmosphäre. So hatte Prof. Silvestri in Catania schon mehrfach Gelegenheit, diese Erscheinung und die Substanz des Staubes selbst zu studieren. Schon in einer im Jahre 1877 geschriebenen Abhandlung [1]) gibt er eingehende chemisch-mikroskopische Untersuchungen über einen solchen Staub, und bildet darin besonders auch die in demselben gefundenen Diatomeen ab. Mit diesem im Wesentlichen vollkommen übereinstimmend ist ein im Jahre 1880 in der Nacht vom 29. zum 30. März wiederum nach gewaltigem Sturme gefallener Staub, den er in einer zweiten Abhandlung beschreibt [2]). Bezüglich der Bestandtheile dieses Staubes beschränkt sich Silvestri auf die Angabe, dass er ausser Diatomeen, kieselige und kalkige Partikel enthalte, und legt auch seinerseits besonderes Gewicht auf den Nachweis metallischen und nickelhaltigen Eisens, auf die Gegenwart der Phosphorsäure und organischer Substanz. Daneben wird aber auch Magneteisen, z. Th. mit einer glasigen Substanz verwachsen, angeführt; dagegen sollen keine auf Aschen des Aetna zurückzuführenden Bestandtheile vorhanden sein.

Auch von diesem Staube lag mir eine von Prof. Silvestri gütigst übersandte Probe zur Untersuchung vor, deren Resultate ebenfalls im Folgenden mitgetheilt werden sollen.

Sehr wichtige Untersuchungen publicirte dann in den letzten Jahren Tissandier über diesen Gegenstand, die hier gleichfalls

[1]) Ricerche chimico-micrografiche sopra le piogge rosse e le polveri meteoriche della Sicilia in occasione di grandi burrasche atmosferiche. Con due tavole. Catania 1877; und Atti Accad. Gioenia XII., ser. 3.

[2]) Sopra un pulviscolo meteorico contenente abbondante quantità di ferro metallico etc. Reale Accad. dei Lincei. Seduta 2. Maggio 1880.

Digitized by Google

als Ergänzung und zum Vergleiche angeführt werden müssen [1]). Auf Grund sorgfältig angestellter Versuche zur Aufsammlung des in der Atmosphäre über Paris schwebenden Staubes, erhielt er unter Annahme der niedrigsten Beobachtungszahlen das Resultat, dass eine über das Marsfeld, also 500.000 Qu.-M. ausgebreitete Luftschicht von 5 M. Höhe 15 Kgm. feste Masse enthalte. Die Zusammensetzung des aufgefangenen Staubes war: Org. Subst. = 25 bis 34 Perc., Mineralpartikel = 75—66 Perc.; der lösliche Theil enthielt *Cl*, SO_3, PO_5, in dem in Salzsäure löslichen fand er *Fe*, *Ca*, *Si*.

In der zweiten Abhandlung theilt er das Resultat der Untersuchung der mit Schnee gefallenen Staubmasse mit. Der Trockenrückstand aus Schneeschmelze enthielt: SiO_2, $CaO.CO_2$, Al_2O_3, Chlorüre, Sulfate, Ammoniumnitrat und Eisen. Beim Verdunsten eines Tropfens Schneewasser erhielt er Ammoniumnitratkrystalle.

Endlich beschreibt er in einer letzten Notiz kleine magnetische Körperchen aus diesem Staube, die sich bei der Analyse als nickelhaltig erwiesen, wodurch die Annahme kosmischen Ursprungs sich zu bestätigen scheine.

Bei Gelegenheit der starken Schneefälle in der Mitte December 1880 hatte ich dann selbst Gelegenheit, eine wenn auch kleine Menge solchen Staubes aus Schneeschmelze zu erhalten, die ich auf den Feldern NW., eine Stunde ca. von Kiel, sammelte, da einige Tage vorher heftiger und anhaltender NW.-Sturm geherrscht hatte und also keine Gefahr vorlag, dass von der Stadt her Bestandtheile auf diese Schneeflächen getragen worden seien. Die Untersuchung auch dieses Staubes theile ich im Folgenden mit.

I. Kryokonit.

Derselbe stellt ein lichtgraues Pulver dar, das beim Oeffnen des Gläschens, in welchem es sich befindet, einen auffallenden, eigenthümlichen, einigermassen an Guano erinnernden Geruch abgibt. Das Pulver fühlt sich zwischen den Fingern vollkommen mehlförmig an, ist also jedenfalls ausserordentlich fein. Bei beginnendem Erhitzen schwärzt es sich ganz vorübergehend und es entweicht ein leichter, penetrant riechender Rauch. Mit Aether zieht man

[1]) Compt. Rend. 78. 821; 80. 58; 88. 75.

Digitized by Google

eine geringe Menge organischer Substanz aus, die beim Schmelzen noch intensiver, stechender riecht. Beim Befeuchten mit Wasser verhält sich das Pulver wie fettig; hierdurch wird auch bewirkt, dass es beim Schütteln im Gläschen immer zu kleinen Kügelchen sich zusammenballt, die sich leicht wieder zerdrücken lassen. Das geglühte Pulver hat diese Eigenschaft verloren und zeigt eine röthlichgelbe Farbe.

Wenn man das Pulver mit dem Achatpistil auf einer Glasplatte reibt, so erkennt man, dass es nicht zum kleinsten Theile aus Körnchen besteht, die härter sind als Glas; denn dieses erhält Ritze und wird nach längerem Reiben matt.

Mit Wasser lässt sich aus dem Pulver ebenfalls ein Bestandtheil ausziehen, der nach dem Verdunsten eines Tropfens in zarten, garbenförmigen Aggregaten sich abscheidet, die eine gelbliche Farbe haben, deutlich polarisiren, z. Th. schiefe Orientirung erkennen lassen, und die Eisenchlorür sein mögen. Vereinzelt erscheinen auch kleine Würfelchen, die ich für Chlornatrium halten möchte.

Ein Versuch, das Pulver einer gewissen Aufbereitung zu unterwerfen, gab bei der grossen Feinheit desselben kein rechtes Resultat. Durch Abwärtsgleiten auf einem von Pappe hergestellten geneigten kleinen Stossherd sondern sich die etwas grösseren Körner von dem feinen Staube. Dabei lässt sich schon erkennen, dass die ersteren grösstentheils Quarzpartikel sind, untermischt mit wenigen schwarzen, opaken Körnchen. Mit dem Magnete zieht man gleichfalls wenige schwarze Partikel aus, jedoch auch solche, an denen kleine Quarzpartikel mit der schwarzen Substanz verwachsen sind. Die Menge der schwarzen Partikel ist überhaupt äusserst minimal.

Unter dem Mikroskope lassen sich folgende Bestandtheile des Pulvers ausserdem bestimmen: Quarz, Glimmer, Orthoklas, Plagioklas, Magnetit, Granat, Epidot, Hornblende. Bei der grossen Schwierigkeit, die äusserst kleinen und meist ganz rudimentär beschaffenen Mineralpartikel alle zu bestimmen, soll die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen werden, dass auch noch andere Mineralien in vereinzelten Partikeln vorhanden sind; die vorstehend aufgeführten konnten als solche sicher bestimmt werden.

Die meisten farblosen, eckigen, zum Theile deutlich muschligen Bruch zeigenden Partikel, die der Quantität nach durchaus

Digitized by Google

überwiegen, sind Quarz. Im reflectirten Lichte glänzen sie recht lebhaft, zum Theile unter Irisiren, im polarisirten Lichte geben die nicht allzu kleinen die lebhaften Polarisations-Farben des Quarzes. Bei einzelnen, etwas grösseren, kann deutlich das charakteristische Interferenzbild der circularpolarisirenden Substanz im convergenten Lichte erhalten werden. Zahlreiche dieser Partikel enthalten Flüssigkeits-Einschlüsse, zum Theil mit lebhaft beweglichen Libellen. Gerade dieser Umstand, mit den anderen Eigenschaften im Vereine, wies zuerst auf den Quarz hin und ergibt, wenn man die farblosen Partikel darauf hin sorgsam prüft, dass er einen so vorherrschenden Bestandtheil des Staubes ausmacht.

Neben ihm erscheinen dann zunächst auffallend lauchgrüne und gelblichgrüne Partikel, die auch schon Nordenskiöld anführte und als wahrscheinlich dem Augit angehörig ansah. Eine genaue Prüfung ergibt, dass sie alle ohne Ausnahme Glimmer sind. Die eigenthümliche Spaltbarkeit ist fast immer wahrzunehmen, feine Risse verlaufen, viele nebeneinander, über die Blättchen hin. Die zur Basis normal liegenden Querleistchen zeigen parallele und senkrechte Orientirung zu den Spaltendurchgängen; an vielen basischen Blättchen ist im convergenten Lichte das anscheinend einaxige Interferenzbild wahrzunehmen, auf einen Glimmer mit sehr kleinem Winkel der optischen Axen verweisend. Diese Blättchen zeigen keinen Pleochroismus. Dagegen erscheinen die nicht basischen Blättchen sehr deutlich pleochroitisch mit Absorption für den parallel der Basis schwingenden Strahl.

Beim Glühen werden die grünen Blättchen fast ohne Ausnahme gelb oder rostbraun; darnach zu schliessen, dürfte dieser Glimmer wohl der Reihe der eisenoxydulhaltigen oder dem Lepidomelane zugerechnet werden müssen. Schwarze opake Körnchen sind sehr häufig in den grünen Blättchen eingewachsen und oft mit rostfarbigen Zersetzungshöfen umgeben.

Kein einziges der vielen genau geprüften grünen Partikelchen konnte als Augit erkannt werden.

Neben dem grünen Glimmer erscheint sehr viel seltener auch brauner, je nach der Dicke der Blättchen dunkler oder lichter gefärbt. Er ist ebenfalls anscheinend einaxig, d. h. er hat einen sehr kleinen Winkel der optischen Axen. Seine lichtbraunen basischen

Digitized by Google

Blättchen erscheinen unter gekreuzten Nicols in jeder Stellung dunkel, was dieselben auf den ersten Blick mit Glasmasse verwechseln lassen könnte. Grössere Blättchen dieser Art lassen aber durch das Auftreten des deutlichen Interferenzbildes im convergenten Lichte über ihre Natur keinen Zweifel.

Endlich erscheinen auch vollkommen farblose Blättchen, mit der feinen, eigenthümlich wellig verlaufenden Streifung, welche die Spaltbarkeit des Glimmers verräth, versehen. Dass auch diese in der That einem Glimmer angehören, konnte wiederum durch die Beobachtung des Interferenzbildes in basischen Blättchen, die unter gekreuzten Nicols in jeder Stellung dunkel bleiben, erkannt werden. Diese erscheinen noch seltener als der braune Glimmer.

Neben dem Quarz ist Glimmer der vorherrschende Bestandtheil.

Gelbe, matte, schwach durchscheinende Partikel, die in Folge einer deutlichen Spaltbarkeit meist geradlinige Conturen zeigen und dadurch schon von den Quarzpartikeln verschieden sind, besitzen ganz das Verhalten des Orthoklas. Feldspath gibt auch schon Nordenskiöld in dem Staube an. Viele dieser Partikel zeigen Aggregatpolarisation, wie sie zersetzten Feldspathen eigen ist; nur bei wenigen war eine optische Bestimmung möglich. Ganz vereinzelt wurde an ähnlichen Lamellen die trikline Zwillingsstreifung gefunden.

Gegenüber Quarz und Glimmer ist ihre Quantität so verschwindend, dass es nicht von Bedeutung erscheint, die Frage sicher zu entscheiden, ob neben dem Plagioklas wirklich Orthoklas vorhanden ist; die nur ganz vereinzelt wahrnehmbare Streifung lässt das allerdings wahrscheinlich sein.

Lichtröthliche isotrope Partikel, die vereinzelt vorkommen, sind Granat; gelbliche, sehr lebhaft polarisirende Körner möchte ich für Epidot halten; ein einziges langes Leistchen, auffallend bunte Polarisationsfarben durch eine verschiedene Orientirung einzelner Theile gebend, könnte Cyanit sein; eine Entscheidung war hier nicht möglich. Ebenso fand sich ein einziges braunes Hornblendepartikel.

Echt metallische Körner habe ich unter dem Mikroskope nicht erkennen können. Die wenigen schwarzen Partikel konnten alle für Magnetit gelten, der, mit Quarz und Glimmer verwachsen,

Digitized by Google

häufiger sich zeigt. Dass der Gehalt an Eisen nur ein verschwindend geringer sein kann, zeigt auch schon die Analyse.

Ausser den Mineralpartikeln erscheinen dann ziemlich zahlreich lange, gebogene, astförmige, auch verzweigte und mit Verdickungen und Knoten versehene braune oder braungrüne Körperchen, die wohl den mikroskopischen Algen angehören, die auch Nordenskiöld nach den Untersuchungen von Dr. Berggren anführt, und welche mit diesem Staube in einer innigen Verbindung stehen.

Nach dem Ergebnisse der vorstehenden mikroskopischen Analyse erscheint der Staub von Grönland in einem wesentlich anderen Lichte. Er ist ohne Zweifel ein äusserst feiner Detritus von quarz- und glimmerreichen Gesteinen, vielleicht also von einem feldspatharmen Gneisse oder von Glimmerschiefer. Der Feldspath kann zudem leicht und am ehesten verschwunden sein. Der Staub kann sonach ohne Zweifel sehr wohl von der Gneissregion der Küste Grönlands herstammen, was Nordenskiöld nicht annehmen zu dürfen glaubte. Jedenfalls aber erscheint von Mineralien, die unzweifelhaft auf vulkanischen Ursprung bezogen werden könnten, z. B. Augit, Olivin, nicht die Spur. Ebenso wenig aber, ausser dem ganz minimalen Gehalte an Eisen, sind andere Mineralpartikel vorhanden, die einen kosmischen, meteorischen Ursprung verriethen; im Gegentheile, die weitaus vorherrschenden sind gerade solche, die in Meteoriten bis heute so gut wie unbekannt sind: Quarz und Glimmer.

Der Gehalt an Natron, der ganz besonders dazu beigetragen zu haben scheint, in dem Staube ein neues, räthselhaftes Mineral: den Kryokonit, zu vermuthen, ist keineswegs wunderbar. An Natron reich sind gerade einige der auch Eisenoxydul haltigen Glimmer, und Tschermak[1]) bezeichnet es als wahrscheinlich, dass Paragonitsubstanz und Muscovitsubstanz sich in verschiedenen Verhältnissen zu mischen vermöge, denn in manchen Analysen ist ein Drittel oder sogar die Hälfte des Kalium durch Natrium ersetzt. Ein dunkelgrüner Glimmer von Haindorf in Schlesien enthält 5·44% Natron[2]). An dem Natrongehalte sind aber ohne Zweifel in dem Staube auch die Algenreste betheiligt, und endlich macht der Nachweis von Chlor, wie ihn die Analyse gibt, auch die Anwesenheit von

[1]) Die Glimmergruppe II. Groth's Zeitschr., Bd. III. p. 131.
[2]) Illing, Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1854.

Digitized by Google

Chlornatrium, das an dem von der Küste herrührenden Staube sehr leicht haften konnte, durchaus verständlich.

Nach Abrechnung der organischen Substanz und Umrechnung auf 100 wird die Analyse für den Staub auch chemisch die vollkommene Identität mit einem Glimmerschiefer oder Gneiss ganz ausser Zweifel stellen. Man vergleiche z. B. nur die Analyse eines Glimmerschiefers, wie sie Roscoe von Brixen in Tirol angibt [1]). Wenn also für irgend einen Bestandtheil des grönländischen Pulvers die Wahrscheinlichkeit kosmischen Ursprunges erhalten bleibt, so kann das wohl nur das in verschwindend geringer Menge vorhandene Eisen sein. Dieses aber auch nur zum Theile, denn die mit Quarz oder Glimmer verwachsenen Partikel erweisen dadurch ebenfalls ihren terrestrischen Ursprung.

Ob aber für jene geringe Menge von metallischem Eisen die Annahme einer kosmischen Herkunft irgendwie gerechtfertigt erscheint, darauf komme ich später noch einmal zurück.

II. Staub von Catania.

Dieser Staub hat eine gelbliche, lichtbraune Farbe; auch er ist vollkommen mehlförmig, aber nicht klebrig und sich zusammenballend. Beim Erhitzen schwärzt er sich ganz vorübergehend und gibt dabei einen brenzlichen Geruch nach organischer Substanz. Nach dem Glühen färbt er sich etwas mehr roth. Mit Säuren braust er sehr lebhaft auf und zersetzt sich, lässt aber ein unlösliches gelbbraunes Pulver zurück. Nach Silvestri sind 25·7% löslicher, 74·3% unlöslicher Substanz vorhanden. Die salzsaure Lösung enthält vorzüglich Kalk und Eisen; das letztere enthält eine Spur von Nickel, wie durch die charakteristische Löthrohrreaction nachzuweisen ist. Mit molybdänsaurem Ammon erkannte Silvestri auch die Gegenwart der Phosphorsäure (0·145%). Die mikroskopische Analyse ergab die überwiegende Gegenwart von thonigen, quarzigen und kalkigen Partikeln. Mit diesen mischen sich opake schwarze Körner mit oder ohne metallischen, stahlgrauen Reflex im auffallenden Lichte. Die ersteren dieser Körner, besonders solche von ziemlich vollkommen sphärischer Gestalt, hält Silvestri zum Theil für metallisches Eisen. Sie lösen sich in Schwefelsäure

[1]) Zirkel, Petrogr. II., p. 454.

Digitized by Google

auf; es entwickeln sich dabei Bläschen von Wasserstoff, und es bildet sich das entsprechende Eisensalz; es zeigen sich also alle Charaktere des metallischen Eisens. Diese Angaben Silvestri's habe ich durch die eigene Untersuchung des Staubes im Allgemeinen vollkommen bestätigen können.

Ueberwiegend sind in dem Staube die thonigen Partikel, die auch die grössten geblieben. Sie zeigen fast alle ohne Ausnahme eine rostgelbe oder braunrothe Farbe, sind immer matt, grösstentheils structurlos, verhalten sich unter gekreuzten Nicols vollkommen indifferent. Nur treten dann in denselben hin und wieder eingeschlossene Quarzkörnchen lebhaft polarisirend hervor. Das Pigment ist in diesen Thonpartikeln, die nach der Behandlung mit Salzsäure fast unverändert zurückbleiben, meist ganz gleichmässig vertheilt, nie zeigt sich eine Spur von Pleochroismus. Nur vereinzelt erscheint die Farbe in runden Flecken angeordnet, und das Aussehen dieser Partikel wird dadurch ein oolithähnliches.

Neben diesen Thonbröckchen erscheinen zahlreiche isolirte Splitter und Körnchen von Quarz. Diese sind meist vollkommen farblos, lebhaft glänzend, nur selten ebenfalls gelblich gefärbt.

Gegen diese Bestandtheile zurücktretend, aber immerhin noch recht zahlreich, erscheinen Partikel von Calcit. Das analytisch ermittelte Verhältniss von 1 : 3 stimmt auch nach der mikroskopischen Analyse recht wohl für die Quantität von Calcit zu Thon und Quarz. Die Calcitpartikel sind zum Theil von vollkommen scharfer rhomboëdrischer Gestalt und daran, sowie an der eigenthümlichen Polarisationserscheinung unzweifelhaft zu bestimmen. Die Auslöschungsrichtung fällt dann immer in die kurze Diagonale der kleinen Rhomben. Aber auch winzige, nicht regelmässig conturirte Splitter lassen an der mattfarbigen Polarisation den Calcit erkennen. Auch er ist grösstentheils farblos.

Neben diesem, allerdings nur in geringer Menge, sind auch Splitter und einzelne wohlgebildete Kryställchen von Gyps vorhanden: rhombische Täfelchen mit Winkeln von 66°, umrandet von den Flächen des Prismas und der Hemipyramide, den letzteren parallel die feinen Fasern der Spaltbarkeit, die Auslöschungsrichtung mit der einen (längeren) Diagonale der Rhomben einen Winkel von annähernd 20° bildend. Auch lang gestreckte, faserige, lebhaft polarisirende Leistchen mit schiefer Auslöschung möchte ich für Gyps halten.

Digitized by Google

Nur sehr untergeordnet treten die opaken, schwarzen Partikel auf, und unter denselben noch seltener wirklich sphärische, eher nierenförmige, die in der That für metallisches Eisen gelten müssen. Die meisten schwarzen Körner zeigen ganz unregelmässige Umrisse und sind grösstentheils matt oder mit dem charakteristischen blauschwarzen Reflex des Magnetit versehen. Solche, die mit Glassubstanz verwachsen sind, habe ich nicht beobachten können, häufig aber hängen sie mit kleinen Thon- oder Quarzpartikeln zusammen. Der Gesammtgehalt an eisenhaltigen schwarzen Partikeln kann kaum mehr als 2—3% betragen. Als ganz vereinzelt sind dann noch folgende Bestandtheile zu nennen, die jedoch eine sichere Bestimmung zuliessen: geradlinig begrenzte Lamellen von Plagioklas mit Zwillingsstreifung; grüne, schwach dichroitische Partikel von Augit; ein deutlicher Querschnitt von Olivin, und vereinzelt körnige Partikel desselben zu mehreren aggregirt; ein rechteckiges Blättchen von Mikroklin mit der deutlich erkennbaren gekreuzten Streifung. Dass die ersteren dieser allerdings sehr sparsam vorhandenen Bestandtheile und wohl auch ein Theil des Magnetit auf den Aetna zurückzuführen sind, ist ganz zweifellos. Das Fehlen ätnaischer Aschenreste in diesem, nach heftigen Sturmbewegungen niedergefallenen Staube würde weit wunderbarer sein, als ihre Gegenwart. Der Mikroklin kann aus den krystallinischen Gesteinen der Umgegend von Messina herrühren.

Die Bestandtheile aber, die die Staubmasse zum grössten Theile zusammensetzen, sind alle solche, deren Ursprung nicht ausserhalb Sicilien zu suchen ist, zum Theile, wie der Gyps, geradezu als echt sicilianisch gelten können.

Trotz der sorgsamsten Aufmerksamkeit auf solche Partikel, die allenfalls echt meteorischen Mineralien angehören könnten, wurde davon ausser den Eisenpartikeln auch hier keine Spur gefunden, wollte man nicht etwa die von uns als ätnaisch angesprochenen Mineralpartikel, für kosmische gelten lassen. Das hiesse freilich, das Naheliegende in der Ferne suchen.

Wenn also kosmische Körperchen überhaupt an dem Staube von Catania betheiligt sind, so können es nur die der Menge nach ganz untergeordneten Eisenpartikelchen sein.

Dieses Ergebniss ist also dasselbe, wie es für den sonst so ganz anders zusammengesetzten Staub aus dem grönländischen Innlandseise gefunden wurde.

Digitized by Google

III. Staub von Kiel.

Von dem aus der Schneeschmelze als Rückstand erhaltenen Staube stand mir allerdings nur die geringe Menge von 0·141 Gr. zur Verfügung, aber dieselbe war vollkommen ausreichend, bezüglich der Zusammensetzung ein ganz bestimmtes Resultat zu ergeben.

Das ebenfalls vollkommen mehlförmige Pulver ist von graugelblicher Farbe und lässt schon unter der Loupe beigemengte schwarze Flimmerchen erkennen. Beim Erhitzen tritt eine schnell vorübergehende leichte Schwärzung ein und ein schwach bituminöser Geruch ist wahrzunehmen, was auf einen geringen Gehalt an organischer Substanz verweist.

Mit dem Magnete lässt sich ein Theil der erwähnten schwarzen Flimmerchen ausziehen, die unter dem Mikroskope eine matte erdige Beschaffenheit zeigen. Zerdrückt lassen einige einen metallisch glänzenden Kern wahrnehmen, von dem sich jedoch nicht sicher feststellen liess, ob er aus metallischem Eisen oder noch frischem, glänzendem Magnetit bestehe.

Grössere, ebenfalls schwarze Partikel, werden vom Magneten nicht angezogen, und können darnach nicht zum Magnetit gerechnet werden. Sie sind leicht zerdrückbar, von metallisch glänzender oder braunerdiger Beschaffenheit und geben vor dem Löthrohr eine deutliche Manganreaction, und gehören sonach wohl einer psilomelan- oder wadähnlichen Substanz an. [1])

Neben diesen werden unter dem Mikroskope in dem Staube als vorherrschender Bestandtheil Quarzpartikel, meist farblos und klar und roth oder gelb gefärbte thonige Partikel wahrgenommen, die ganz denen im Staube von Catania gleichen. Die rothe Färbung dieser thonigen Partikel kann wohl auch von ursprünglich in den Thonen vorhandenem und zersetztem Schwefeleisen herrühren. Calcit scheint nicht vorhanden zu sein. Vereinzelt aber wurden Splitter von Feldspath, auch mit trikliner Zwillingsstreifung, gefunden, sowie grüne und braune Glimmerblättchen und ein paar Hornblendeleistchen.

Ausser dem etwa vorhandenen Eisen findet sich also auch in diesem Staube keine Spur solcher Mineralien, die auf einen nicht terrestrischen, kosmischen Ursprung verweisen könnten.

---

[1]) Manganhaltige Sande kommen an verschiedenen Stellen in Schleswig-Holstein vor, z. B. in der Umgegend von Flensburg.

Digitized by Google

Fassen wir nunmehr die Beobachtungen an den verschiedenen, aus der Atmosphäre niedergefallenen Staubmassen zusammen, so ergibt sich zunächst, dass dieselben fast ihrer ganzen Masse nach aus Mineralpartikeln bestehen, die eine Deutung als Detritus mehr oder weniger naheliegender Gesteine sehr wohl zulassen [1]).

Nur das metallische Eisen, zwar stets, aber in ganz verschwindend geringer Menge vorhanden, kann allenfalls als kosmisch gelten.

Da erscheint es immerhin auffallend, dass, während doch die heutigen Tages beobachteten Meteoritenfälle der Mehrzahl nach solche Mineralgemenge der Erde zuführen, in denen neben Silicaten das metallische Eisen nur zum kleineren Theile als Bestandtheil auftritt, eigentliche Eisenmassen sehr viel seltener, nun in diesen ebenfalls aus dem Kosmos zugeführten Stauben nicht eine Spur meteorischer Silicate, sondern im geraden Gegensatze, immer nur Eisen sich nachweisen lässt.

Auch muss es doch als durchaus wahrscheinlich gelten, dass, wenn zum grösseren oder kleineren Theile kosmische, den Aërolithen gleichende Substanz an diesen Stauben theilnähme, diese in allen eine gewisse Gleichmässigkeit der ihr angehörenden Mineralpartikel aufweisen würde, sowie die in den von einander entferntesten Gegenden gefallenen Meteorite sie thatsächlich zeigen.

Dahin muss also der Ausspruch Arago's, dass diese Staube nicht wesentlich verschieden seien von den Aërolithen, ganz gewiss modificirt werden, dass man sagt, dass dieselben zwar grösstentheils entschieden aus terrestrischen Bestandtheilen zusammengesetzt sind, dass jedoch der äusserst geringe Eisengehalt vielleicht auf einen den Aërolithen verwandten kosmischen Ursprung zurückgeführt werden kann. Es sind nach den Gegenden, in denen die Staube niederfallen, verschieden zusammengesetzte Mineralgemenge, in denen allen der Quarz, das der Verwitterung am besten und längsten widerstehende Mineral, eine Hauptrolle spielt, und in denen immer neben organischer Substanz Magneteisen oder verwandte Eisenverbindungen, und endlich metallisches Eisen sich finden.

Da hat den aufsteigenden Zweifeln gegenüber gewiss die Frage eine Berechtigung, ist denn die Gegenwart metallischen

---

[1]) Von den vorhandenen pflanzl. oder anderen organ. Resten wird hier wie auch im Vorhergehenden abgesehen.

Digitized by Google

Eisens, auch wenn dasselbe kobalt- und nickelhaltig ist, nothwendig als ein Beweis kosmischer Herkunft anzusehen? Das ist doch gewiss mehr als zweifelhaft, nachdem nicht einmal die gewaltigen Eisenmassen von Ovifack mit der sie begleitenden eigenthümlichen organischen Substanz bezüglich ihres kosmischen Ursprunges vor einer eingehenden Kritik haben Stand halten können. Dass viele terrestrische Eisen ebenfalls Nickel und Kobalt enthalten, haben die Untersuchungen von O. L. Erdmann[1]) und H. Weiske[2]) längst dargethan, so dass das Vorhandensein von Spuren dieser Metalle keineswegs mehr als ein Zeugniss kosmischer Herkunft gelten darf. Für den zu Catania gefallenen Staub erscheint aber ein Gehalt an Kobalt und Nickel umsoweniger nothwendig einen kosmischen Ursprung zu beweisen, als diese beiden Elemente von Sartorius in den Laven des Aetna nachgewiesen worden sind, z. B. in einem Olivin von Mascali in quantitativ bestimmbarer Menge sich finden.[3])

Nun sind die bis jetzt constatirten Vorkommen von terrestrischem gediegenem Eisen allerdings nur spärlich, aber gerade solche, die die in den Stauben vorhandene Association mit organischer Substanz zu erklären vermögen. So das Vorkommen von ged. Eisen in dem Pläner von Chotzen, das auch eine Spur Nickel enthält, und das daher später, wohl mit sehr fraglichem Rechte, für kosmisch erklärt worden ist; die von schwarzem magnetischem Eisenoxydoxydul umhüllten Eisenkügelchen, die Bornemann aus der Lettenkohle von Mühlhausen beschrieb, die in Bezug auf die Verbindung mit Magnetit und die sphärische Gestalt den Kügelchen im Staube von Catania vollkommen vergleichbar scheinen. Bähr beschrieb ein ged. Eisen, das sich in einem Laubholzstamme auf einer schwimmenden Insel im See Ralang bei Katharinenholm in Smaland gebildet hatte, und sprach die gewiss richtige Ansicht aus, dass es aus Eisenoxydhydrat durch Reduction innerhalb der Holzzellen sich abgelagert habe. Genth fand ged. Eisen unter Kies im Camp Creek, Montana; Andrews wies es in den erhärteten Thonen im Contacte mit magnetitreichem Basalte zu

[1]) J. pract. Chem. XCVIII, p. 120.
[2]) Ebendaselbst XCVIII, p. 479.
[3]) Sartorius-Lasaulx: Aetna II, pag. 485, 491.

Digitized by Google

Portrush in Irland nach; nach Shepard soll es im Glimmerschiefer von Canaan in Connecticut sich finden; Descloizeaux führt ged. Eisen in einem Jurakalke an[1]).

Fassen wir die Bedingungen, die sich für das Vorkommen des ged. Eisens aus diesen Fundstätten herleiten lassen, zusammen, so ergibt sich, dass überall die Gegenwart organischer, sich zersetzender Substanzen, ganz besonders auch gebildete Kohlenwasserstoffe, als die Reductionsmittel für das gediegene Eisen aus seinen Salzen gelten müssen.

Warum sollte nun die minimale Menge gediegenen Eisens in den feinen Stauben, die von ihrer oberflächlichen terrestrischen Lagerstätte, auf der sie mit verwesenden Organismen verschiedener Art sich in inniger Berührung befanden, vom Winde emporgewirbelt wurden, um näher oder weiter von ihrer Ursprungsstätte wieder niederzufallen, nicht erst recht als ein reducirtes Eisen gelten können, reducirt aus den überall in den Stauben vorhandenen Eisenoxyden, dem Magneteisen, dem Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, durch die wirksamen Reductionsmittel sich zersetzender organischer Substanz und gebildeter Kohlenwasserstoffe?

Somit, glaube ich, hat man alle Ursache, auch die kosmische Herkunft des einzigen noch möglicherweise auf eine solche zu beziehenden Bestandtheiles ernstlich zu bezweifeln und die atmosphärischen Staube lediglich für terrestrischen Detritus zu erklären.

Auf keinen Fall aber darf man an das Auftreten dieser Staube irgendwelche weittragenden Schlüsse anknüpfen und ihnen eine gewisse Wichtigkeit für den Haushalt unserer Erde, eine Vergrösserung der Erdmasse u. dgl. zuschreiben.

Die vorhergehenden Erörterungen liefern aber auch den Beweis, dass die genaue Bestimmung der mineralischen Partikel solcher atmosphärischen Staube für die Zukunft nicht mehr unterlassen, sondern mit ganz besonderer Sorgfalt in jedem Falle ausgeführt werden solle, um eine immer mehr sich verallgemeinernde richtige Erkenntniss derselben und ihrer Herkunft zu begründen.

---

[1]) Vergleiche darüber und die Vorhergehenden: Bischof, Chem. Geolog. III., 865 und J. Roth, Geologie I., p. 236, 268, 602.

Digitized by Google

XXI. Der Phyllit von Rimognes in den Ardennen.

Von **Eugen Geinitz** in Rostock.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Ein Theil der Dachschiefer, welche bei dem stattlichen Neubau des kaiserl. Postamtes zu Rostock i. M. Verwendung gefunden haben, zeigte bei einer näheren Betrachtung ungemein schöne und interessante Erscheinungen, welche, zumal mir eine Beschreibung ähnlicher Dinge nicht bekannt ist, wohl werth sind, an dieser Stelle kurz mitgetheilt zu werden.

Es sind grüne, fett- bis seidenglänzende Phyllite, die hier neben dunkelvioletten Thonschiefern von Fumag in den Ardennen zur Verwendung kommen. Dieselben entstammen den Schieferbrüchen von Rimognes in den Ardennen. Sehr vollkommen spaltbar, zeigen sie doch nicht völlig ebenflächige Tafeln, sondern enthalten eine Menge von kleinen, langgestreckten und in ihrer Längserstreckung einander parallel gelagerten, linsenförmigen Knötchen, welche dem Gestein die Bezeichnung „Knotenschiefer" geben könnten. Daneben zeigt sich noch eine feine Fältelung.

Die Knötchen sind es, welche den Gegenstand unserer Mittheilung bilden.

Das Gestein selbst ist als ein echter und schön ausgebildeter Phyllit zu bezeichnen: eine durchaus krystallinische Masse von Quarz und grünem (in den dünnen Präparaten sehr lichtgrün erscheinendem) Glimmer, die in gleicher Menge vorhanden, ein innig verflochtenes Aggregat bilden. In dieser Masse liegen in beträchtlicher Menge und ausgezeichneter Ausbildung die bekannten gelbbraunen, stark lichtbrechenden und in lebhaften, grellen Farben polarisirenden Mikrolithen, entweder einfache Säulen, oder in stumpf- oder spitzwinkligen (herzförmigen) Zwillingen nach einer Pyramide, oder in sternförmigen oder parallelen Gruppen, oft deutlich die beiden Prismen ∞P und $\infty P\infty$, sowie die beiden zugehörigen stumpfen Pyramiden zeigend. Seltener kommen diese Körperchen auch in krystallinischen Körnchen vor. Um zu entscheiden, ob diese, in

Digitized by Google

ihrer Form allerdings an den Rutil erinnernden Mikrolithen, dem Rutil oder Zirkon angehören, wurde das Gestein durch Herrn Stud. Kruse im hiesigen Universitäts-Laboratorium gefälligst untersucht. Die Abwesenheit von Titansäure und der directe Nachweis von Zirkonerde entschied für das Dasein von Zirkonmikrolithen, in Uebereinstimmung mit den neuerlichen Angaben von Zirkel gegenüber der Behauptung Sauer's. Dazwischen finden sich endlich, in geringer Menge, die grösseren Turmalinmikrolithen, von der bekannten blaugrauen Farbe und starkem Dichroismus, z. Th. auch in hemimorpher Ausbildung an den beiden Polen ($0R$ resp. R).

Das Gestein zeigt also die mineralogische Zusammensetzung der typischen Phyllite (auch Mikro-Glimmerschiefer) und kann wegen seiner schönen Ausbildung als ein äusserst charakteristisches Vorkommen bezeichnet werden.

Die Mikrolithen liegen fast alle einander parallel und bedingen dadurch eine gestreckte Textur des Schiefers, bei der allerdings auch einzelne Nadeln der Quere liegen. Diese Streckung und Schieferung ist noch deutlicher im Querschliff (und besonders schön in polarisirtem Lichte) zu erkennen, wobei man noch gewahrt, wie auch der Quarz und Glimmer an der Schieferung Theil nimmt, und wie stellenweise einzelne quarz-, resp. glimmerreichere Zwischenschichten mit der allgemeinen Mengung wechseln. Im Querschliff zeigt sich ferner, dass sich die Gemengtheile um die Knoten und auch um die grösseren Quarz- und Glimmerpartien fläserig herumschmiegen, was im Schliffe nach der Schieferung nicht oder nur höchst undeutlich wahrzunehmen ist.

Betrachtet man die in dem Schiefer in paralleler Richtung gelagerten langgestreckten Knötchen, so erkennt man zunächst, dass deren Centrum von je einem scharf ausgebildeten Oktaëderchen von Magneteisen gebildet wird. Dieselben haben gewöhnlich einen Durchmesser von 0·5 Millimeter, oder etwas weniger, selten etwas mehr. Nach zwei entgegengesetzten, der Längserstreckung des Knötchens entsprechenden Seiten von diesem Centrum schliessen sich nun an den Magnetitkrystall Biotitblättchen an, die eine auffällige orientirte Lagerung zeigen. (Siehe Fig. 1.) Dabei haben sich die Biotitblättchen in der Weise an den Magnetitkrystall angesetzt, dass sie der ganzen Breitseite desselben entsprechen und von da aus in der gegebenen Richtung eine Strecke weit in den Schiefer

Digitized by Google

hineinragen, sich allmälig verjüngend; nie ragen sie über die grösste Breite des centralen Magnetites hinaus und es bleibt damit immer die Linsenform der nach der Grundmasse rasch abschneidenden Mineralaggregation bewahrt, deren Centrum und zugleich grösste Breite also stets der Magnetitkrystall einnimmt.

Oft sitzt der Glimmer direct an dem Magnetit, oft aber ist er von ihm durch eine kleine, unregelmässig begrenzte Masse von farblosem Quarz (in den Figuren durch die farblosen Flecken wiedergegeben) getrennt.

Dieselbe Aggregationsweise zeigt sich in den senkrecht zur Schieferung gefertigten Schliffen, wobei die Knoten wie Augen erscheinen: in der Mitte der schwarze Magneteisenkrystall, umgeben

Fig. 1 *a*.

Fig. 1 *b*.

Fig. 1 *c*.

von einer kleinen Partie wasserhellen Quarzes und nach aussen die sich verjüngende dunkelgrüne Glimmermasse.

Während dieser Quarz (der meist keine Flüssigkeitseinschlüsse führt) in unregelmässigen mosaikartigen, krystallinischen Körnern, ohne regelmässige Anordnung erscheint, und nur da, wo er in grösseren Partien auftritt, selten eine ungefähr senkrecht auf dem centralen Magnetit stehende Parallelfaserung besitzt, zeigt der Glimmer eine sehr auffällige Orientirung.

Wo die ganze Breitseite des Magnetitkrystalles nur durch eine einzige gerade Linie, entsprechend einer einzigen Oktaëderfläche, gebildet wird, da erstreckt sich von dieser Linie aus der Glimmer auch nur als ein einheitliches Individuum. Wo aber die Begrenzungslinie des Magnetits an dieser Breitseite gebrochen ist, also zwei verschiedenen Flächen entspricht, da verläuft auch scharf von

Digitized by Google

der Ecke aus eine Trennungslinie in den Glimmer, welche dieses Mineral fast wie eine Zwillingsnaht in zwei scharf getrennte, entgegengesetzt orientirte Individuen scheidet.

Diese Trennung und entgegengesetzte Orientirung der Glimmerblättchen tritt namentlich schön bei Anwendung eines Nicols durch die verschiedenen Farben der beiden (dichroitischen) Theile hervor. Dabei zeigt sich weiter die Gesetzmässigkeit, dass der Glimmer der ganzen Linse in vier Theile zerfällt, die über Kreuz zwei gleich orientirten Individuen entsprechen, so dass also an je zwei parallelen Flächenschnitten des Magnetitkrystalles sich zwei gleich orientirte Glimmerindividuen angelagert haben. Oft haben die beiden Hälften je einer Seite ziemlich ungleiche Ausdehnung, indem die eine die bei weitem grössere ist, an welche sich die andere ergänzend anschmiegt.

Die Gesetzmässigkeit der Lagerung geht noch weiter, indem auch die benachbarten Augen eine gleiche Orientirung ihrer Quadranten zeigen, so dass immer die entsprechenden Felder der benachbarten Linsen gleiche Farben zeigen. Dass sich dies auf weitere Erstreckung in dem Gesteine verfolgen lässt, halte ich indessen für unwahrscheinlich.

Die Glimmerpartien bestehen meist aus zahlreichen, parallel gelagerten Blättchen, und zeigen daher eine feine Parallelstreifung, die meist geradlinig verläuft, öfters auch, namentlich gegen die äussere Spitze der Linse zu, etwas gebogen ist. Diese Streifung entspricht stets ungefähr der betreffenden Begrenzungslinie des centralen Magnetitkrystalles, auf dessen Flächen sie aufgesetzt erscheinen. Aus diesem Grunde müssen sich die Parallelrisse zweier benachbarter Glimmerpartien an der scharfen Grenzlinie federfahnenähnlich treffen. Diese Grenze verläuft nun nicht immer so gerade, wie etwa eine Zwillingsnaht, sondern zeigt auch einen gebogenen Verlauf, der bedingt wird durch eine ungleiche Ausdehnung benachbarter Individuen. Nach dem äusseren Ende, der Spitze der Linsenhälften zu, erscheinen die Glimmerblättchen auch oft vielfach gebogen und gewunden, wie durch einen Druck aus ihrer regelrechten Lage verschoben. Endlich lösen sie sich oft in eine Anzahl von immer dünner werdenden Lappen auf, die, mit Quarz verwachsen, in die Grundmasse übergehen, im Kleinen einen allmäligen Uebergang damit herstellend; dagegen ist an anderen Linsen eine deut-

Digitized by Google

liche scharfe Abgrenzung der Linse von dem Nebengesteine bis in's kleinste Detail zu beobachten.

Senkrecht zur Hauptzerfaserung zeigt sich der Glimmer auch noch durch zahlreiche Risse in mehrere Platten getheilt. Die optische Orientirung ist parallel der Faserung des Glimmers (bei + Nic. senkrecht zur Hauptspaltungsrichtung, Dunkelheit: Biotit). Nochmals sei bemerkt, dass die Parallelfaserung des Biotits nicht genau zusammenfällt mit der Richtung der Begrenzungslinien des centralen Magnetitkrystalles, sondern davon um einige Grade abweicht.

In den Querschliffen sind die Erscheinungen ganz ähnlich, nur undeutlicher. Aber an manchen Stellen zeigt sich kein Blätteraufbau in dem Glimmeraggregat, sondern man sieht gerade auf die Blattebene des Glimmerindividuums, dessen Horizontalerstreckung parallel der Schliffebene verläuft.

Wie sich aus der obigen Beschreibung einer grösseren Anzahl von Präparaten (die alle dasselbe Bild zeigen) ergibt, sind die Glimmeraggregate auf die Magnetitkrystalle in der Weise angesetzt, dass auf diejenigen Flächen des Magnetitoktaëders, welche in der Richtung der Knotenerstreckung zu liegen kommen, ungefähr parallel denselben sich Glimmerblättchen aufgebaut haben. Dabei wurden je nach der Lage des centralen Magnetitkrystalles in der Schiefermasse entweder nur eine oder mehrere Flächen mit Glimmer belegt. In letzterem Falle besitzen die verschiedenen Glimmeransätze eine verschiedene Orientirung und grenzen in einer scharfen Naht aneinander; die Theile sind gleich gross, wenn das Octaëder auch symmetrisch zur Längsaxe der Linse liegt, anderen Falles wiegt der eine Theil vor, und der andere schmiegt sich ihm untergeordnet an. Stets sind die Glimmerblättchen nahezu parallel der ihnen als Basis dienenden Magnetitfläche und bilden ein einheitliches Individuum; in einigen Fällen legen sich auch die einzelnen Glimmerblättchen nach aussen um, namentlich an den Linsenspitzen und an den Grenzen mit der Gesteinsgrundmasse.

Betont sei noch, dass in der Gesteinsmasse kein Magneteisenkorn gefunden worden ist, welches frei von Glimmeranlagerungen ist.

Von demselben Fundorte stammen sehr ähnliche grüne Phyllite mit denselben Knoten, deren Centrum nur nicht von Magnetitkrystallen, sondern von Pyrit (in oscillatorischen Combinationen

Digitized by Google

von $\infty O \infty$ und $\frac{\infty O n}{2}$) gebildet wird. Die Grundmasse dieses Gesteins ist genau dieselbe wie in dem vorher beschriebenen, nur mit dem geringfügigen Unterschiede, dass die Mikrolithen nicht eine so prägnante Parallelstellung zeigen. Die Knötchen werden zum geringsten Theile auch von Magnetitkrystallen mit Biotit gebildet, in den meisten Fällen sind es Pyritkrystalle, die auch eine bedeutendere Grösse erreichen, als im vorher beschriebenen Gestein. An manchen Stellen durchziehen auch dichte Schnüre von Pyrit den Schiefer.

Fig. 2 *a*.

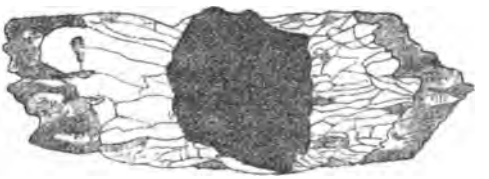


Fig. 2 *b*.

Fig. 2 *c*.

Fig. 2 *d*.

Die kleineren Knoten dieses Schiefers zeigen dieselbe Orientirung wie die magnetithaltigen Linsen, die grösseren dagegen lassen eine solche nur mehr verschwommen erkennen. In ihnen waltet der Quarz vor, der sich in grösseren Partien an den Pyrit ansetzt und im polarisirten Lichte sich orientirt ergibt, indem die farblosen (zum Theile Flüssigkeitseinschlüsse haltenden) Quarzpartien in ein Mosaik von ungefähr senkrecht auf die Pyritflächen stehenden stengeligen oder faserigen Krystallindividuen zerfallen. (Fig. 2.) Theilweise sind in diesem Quarze Glimmerblättchen eingewachsen. Dagegen ist die Anordnung der auf den Quarz folgenden Glimmerschuppen mehr verworren und zeigt nicht mehr so deutlich den Aufbau aus parallelen Blättchen; auch die Grenzlinie, welche manchmal zwei entgegengesetzt orientirte, dabei aber immer sehr verschieden ausgedehnte Partien trennt, ist nicht mehr so scharf und gerade verlaufend. Im Ganzen macht es den Eindruck, als sei der Glimmer, der in dem vorigen Falle die Hauptrolle spielte,

Digitized by Google

hier von dem Quarz in jeder Hinsicht zurückgedrängt, sowohl an Masse, als an der Neigung eine orientirte Lage einzunehmen.

Die Linsen haben meist nicht die nach den beiden Seiten in scharfe Spitzen sich verjüngende Gestalt, sondern erscheinen plumper. Auch um sie schmiegt sich die Gesteinsmasse flaserig herum. In der Gesteinsmasse finden sich auch ab und zu unregelmässige Flecken von Pyrit ohne Glimmer und ebenso von Glimmer ohne Pyrit, eine Erscheinung, die im vorigen Falle nur höchst selten auftrat. Auch in dem vorher genannten Schiefer findet es sich übrigens als Seltenheit, dass in einer Linse der Quarz um den Magnetit vorwaltet und der Glimmer nur noch eine kleine äussere Partie der Linse ausmacht.

Die obige Darstellung kann einen weiteren Beitrag liefern zur Erkenntniss der Bildung der krystallinischen Schiefer überhaupt. Wir sehen in den Knoten Mineralassociationen, wie sie ähnlich auch bei einigen Eruptivgesteinen vorkommen können, wo man vielfach (z. B. in Diabasen und Basalten) um ausgeschiedene Magnetit-Krystalle einen Kranz von Biotitblättchen eng angeschossen sieht. Die Linsen machen in ihrer Verknüpfung mit der Hauptgesteinsmasse durchaus den Eindruck einer ursprünglichen Bildung und nicht etwa einer späteren Neubildung durch Ausfüllung eines Hohlraumes oder einer Art Pseudomorphose. In diesen Ausscheidungen macht sich ein in mineralogischer Hinsicht interessanter orientirender Einfluss des einen Minerals (Magnetit, resp. Pyrit) geltend, und zwar so, dass eines der beiden hinzutretenden Mineralien (Quarz oder Glimmer) sich nach den Flächen des centralen Krystalles, welche in der Richtung der Längserstreckung der Linsen zu liegen kommen, richtet, wodurch bei den Glimmern eine zwillingsähnliche Verwachsung zweier Individuen, resp. einheitlich gelagerten krystallinischen Blättern entstehen musste.

Diese Orientirung, sowie der Umstand, dass um die Knoten nicht, wie in manchen anderen krystallinischen Schiefern, sich die Gesteinsmasse allseitig augenartig herumschmiegt, bestimmt den Ausspruch, dass die Linsen nicht als solche fertig in einem primären Präcipitat niedergeschlagen worden sein können, in welchem sie dann von der übrigen Masse umhüllt worden wären; aber ebenso wenig können sie erst nach der Verfestigung des Gesteines durch einen Pseudomorphosirungsprocess nachträglich entstanden sein.

Digitized by Google

Vielmehr fällt die Zeit ihrer Entstehung mit der krystallinischen Ausbildung des Schiefergesteines selbst (welches wir nicht als einen einfachen chemischen Niederschlag ansehen können) zusammen, und dadurch sind sie, wie mir scheint, ein schöner Beleg für die Erklärung der Bildungsweise eines Theiles der krystallinischen Schiefer auf dem Wege der Diagenese. Würden dagegen die Schiefer von Rimognes durch den sicheren geologischen Nachweis als metamorphische Gesteine, etwa einer Contactzone angehörig, bestimmt, so wären sie ein Beispiel für die verdrängende Macht der neugebildeten Mineralmassen, die nicht blos einfach wegschieben, sondern die Umgebung auch nöthigen, sich um sie herum zu schmiegen.

XXII. Notizen.

Neue Minerale.

Fredricit. Mit diesem Namen bezeichnet H. Sjögren eine Varietät des Arsenikfahlerzes, von welchem sich dieselbe durch den Gehalt an Blei, Zinn und Silber, sowie durch äussere Kennzeichen unterscheidet. Angetroffen wurde der Fredricit am Vorort Grefden in der Nähe des Friedrichsschachtes auf der Erzgrube Fahlun. Er findet sich daselbst in unregelmässigen Körnern und Knoten von Bohnen- bis Wallnussgrösse eingeschlossen im Geokronit, welcher das mittlere Band eines $^1/_2$ Fuss mächtigen, in Chlorit und Talkschiefer streichenden Bleiglanzganges bildet. Die Farbe des Fredricites ist eisenschwarz, stark metallglänzend. Bruch muschlig, unregelmässig oder dicht. Krystallform und Spaltungsflächen fehlen gänzlich. Strich schwarz. Spröde. Die Substanz ist gewöhnlich vollkommen rein und homogen, und unterscheidet sich durch die eisenschwarze Farbe deutlich von dem stahlgrauen seidenglänzenden Geokronit. Aeusserlich ist der Fredricit dem Bournonit ähnlich. H = 3·5. Spec. Gew. = 4·65.

V. d. L. decrepitirt der Fredricit heftig und schmilzt langsam zu einer schwarzen glänzenden Kugel, welche, mit Soda behandelt, ein Kupferkorn gibt. Im offenen Rohr erhitzt, entwickelt er schwefelige Säure, im Kolben gibt er ein Sublimat von Schwefelarsen, und auf Kohle einen weissen Beschlag unter Entwicklung vielen Arsendampfes. Mit Soda gibt er Hepar. Von Salzsäure wird er kaum angegriffen. Salpetersäure löst ihn unter Abscheidung von schwefelsauerem Bleioxyd und arseniger Säure. Von Königswasser wird er unter Abscheidung von Chlorsilber, Bleisulfat und Schwefel gelöst. Die Zusammensetzung ist folgende:

Digitized by Google

		Schwefel
Cu	42·23	10 64
Fe	6·02	3·44
Pb	3·34	0·51
Ag	2·87	0·42
Sn	1·41	0·88
As	17·11	10·95
Sb	Spur	—
S	27·18	—
	100·16	26·34

aus welcher sich in annähernder Uebereinstimmung die Formel

$$4\ (Cu_2,\ Fe,\ Pb,\ Ag_2,\ Sn)\ S.\ As_2\ S_3$$

ergibt. — (Geologiska Förening. Förhandlingar. Band V, Nr. 3. Seite 82.)

Kentrolith. Das neue Mineral wurde von Trippke in einem breccienähnlichen Gangquarz aus dem südlichen Chili (näherer Fundort nicht bekannt) in Begleitung von Schwerspath, Apatit, Quarz und Spuren von Bromsilber, theils derb, theils krystallisirt, entdeckt. Nach Herrn G. v. Rath sind die Krystalle des Kentrolith rhombisch. Beobachtete Formen $o = P$ (111), $m = \infty P$ (110), $b = \infty \breve{P}\infty$ (010). Das Axenverhältniss $a:b:c = 0{\cdot}633:1:0{\cdot}784$ wurde aus den Fundamentalmessungen $o:o$ (brachydiagonale Polkante) = 54° 28′ und $m:m$ = 64° 42′ hergeleitet.

	Gemessen	Berechnet
$o:m$ =	31°	31° 13′
$o:o$ (makrodiag.)	92° 45′	92° 31′

Spaltbarkeit deutlich parallel den Prismenflächen, welche horizontale Streifen besitzen und glänzender sind als die Flächen der Pyramide und des stets nur schmalen Brachypinakoid. H = 5. Spec. Gew. = 6·19. Farbe dunkelröthlichbraun, auf der zersetzten Oberfläche schwärzlich.

Die Krystalle sind nur einige Millimeter, und die an Desmin erinnernden garbenförmigen Gruppen bis 1 Cm. gross. — Das chemische Verhalten und die Analyse wurden von Damour geprüft und ausgeführt. Vor dem Löthrohr auf der Capelle schmilzt der Kentrolith unter Aufschäumen, breitet sich wie Bleioxyd aus und bildet eine schwarze Glasur. — Auf Kohle schmilzt er ebenfalls, indem sich die Probe mit einem grünlichgelben Beschlag umgibt, nach Soda-Zugabe weiter erhitzt, erhält man Kügelchen von Blei. In der Phosphorsalzperle löst sich die Substanz und färbt dieselbe im Reductionsfeuer schwach gelblich. In verdünnter Salpetersäure löst sich das Pulver theilweise auf, unter Abscheidung von unlöslichem, mit Kieselsäure gemengtem Manganoxyd. In der Lösung erhält man nach Zugabe von Schwefelsäure einen Niederschlag von schwefelsauerm Blei. Mit Salzsäure behandelt, entwickelt sich Chlor. — Die geringe Menge der Substanz gestattete die Entscheidung der Frage nicht, in welcher Oxydationsstufe das Mangan in der Verbindung vorhanden ist.

Digitized by Google

Wahrscheinlich ist es als Mn_2O_3 oder als MnO_2 vorhanden. Nimmt man das Mangan als Superoxyd an, so erhält man als Verhältniss der mit dem Bleioxyd, dem Manganhyperoxyd und der Kieselsäure verbundenen Sauerstoffmengen = 1:2:2.

Das Resultat der Analyse ist nämlich folgendes:

Kieselsäure	15·95	Ox = 8·50	2
Manganhyperoxyd	24·50	9·00	2
Bleioxyd	59·79	4·29	1
	100·24		

Daraus die Formel $PbO + MnO_2 + SiO_2$, welche folgende Mischung erheischt:

Kieselsäure	16·21
Mangansuperoxyd	23·52
Bleioxyd	60·27
	100·00

Unter der Voraussetzung, dass das Mangan als Mn_2O_3 vorhanden, erhält man folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	15·95	Ox = 8·50	4
Manganoxyd	22·26	6·76	3
Bleioxyd	59·79	4·29	2

Daraus die Formel $2PbO + Mn_2O_3 + 2SiO_2$, welcher folgende Zusammensetzung entspricht:

Kieselsäure	16·58
Manganoxyd	21·83
Bleioxyd	61·59

Der Name Kentrolith (κέντρον, Stachel) soll auf die stachelige Zusammenhäufung der Krystalle hindeuten. — (Groth, Zeitschr. f. Kryst. 1880. V. 1. S. 32, und Bull. soc. min. 1880. Nr. 5. S. 113).

Ontariolit. Dieses Mineral wurde von C N. Shepard vom Scapolit wegen der verschiedenen Zusammensetzung abgeschieden. H = 7 bis 7·5. Spec. Gew. = 2·608. Harz und glasglänzend; enthält mehrere Procente organische Materie. Das Pulver wird von starker Säure sehr schwach angegriffen. Es kommt vor in blaugrauem körnigen Kalkstein, in kleinen, dem Chiastolith nicht unähnlichen Krystallen. Die Zusammensetzung ist folgende:

Kieselsäure	48·65 bis 51·30
Thonerde	13·45 „ 19·62
Kalk	17·43 „ 21·60
Titanoxyd	4·35 „ 5·21
Natron	4·35
Kali	1·109
Magnesia	0·468

(Referat von J. H. C. in Mineralog. Mag. 1880. Vol. IV. Nr. 18. Septemb. S. 131. Originalmitth. in Am. j. sc. Juli 1880.)

Digitized by Google

Trippkeït. Der Name wurde zu Ehren des jungen verstorbenen Mineralogen Trippke gewählt, welcher das neue Mineral in Begleitung von strahligem Olivenerz, in Drusen eines derben Rothkupfererzes von Copiapo, Chili, aufgewachsen fand. Die Krystalle, welche höchstens eine Grösse von 1 bis 2 Mm. erreichen, gehören nach G. vom Rath dem quadratischen Systeme an. Das Verhältniss der Axen

$$a\,(\text{Nebenaxe}) : c\,(\text{Hauptaxe}) = 1{\cdot}0917 : 1 = 1 : 0{\cdot}9160$$

wurde abgeleitet aus dem gemessenen Polkantenwinkel des Oktaëder

$$u = \frac{1}{2} P\ (112), 45^\circ 13'.$$

Formen:

$$P(111),\ \frac{1}{2} P(112),\ 3P(331),\ \frac{3}{2} P3(312),\ \frac{3}{4} P3(314),\ \frac{6}{5} P\frac{24}{5}(24.5.20),$$

$$\infty P\ (110),\ \infty P\infty\ (010),\ o P\ (001).$$

Obgleich die Flächen glänzend ausgebildet sind, eignen sie sich in Folge sanfter Krümmungen schlecht zu genauen Messungen. Spaltbarkeit parallel dem Prisma $\infty P\infty$ vollkommen, etwas weniger vollkommen nach ∞P. Der krystallographischen Bestimmung entspricht das Resultat der optischen Untersuchung, welche Herr Des Cloizaux ausführte. — Die Substanz ist leicht auflöslich, sowohl in Salpetersäure als in Salzsäure. Im Kölbchen mässig erhitzt, verändert das Mineral zunächst seine Farbe, verliert den bläulichen Farbenton, wird dann smaragdgrün, zuletzt verschwindet das Grün gänzlich und die Kryställchen nehmen eine bräunliche Farbe an. Bei fortgesetztem Glühen geht die Farbe ein zweites Mal in gelblich-grün über und schmilzt die Substanz schliesslich zu einer grünen Schlacke. Beim Erhitzen entweicht sogleich arsenige Säure, die sich als Beschlag an den Wänden des Glasrohres ansetzt. Nach A. Damour, welcher das chemische Verhalten und genau auf die Zusammensetzung prüfte, ist der Trippkeït eine Verbindung von Kupferoxyd mit arseniger Säure ($nCuO$, As_2O_3).

Zur Controle stellte Damour künstliches arseniksaures Kupferoxyd dar, welches ein dem Trippkeït ähnliches Verhalten zeigte. Der Trippkeït gehört demnach zu einer Familie, welche bisher kaum vertreten ist und nur durch das von Beudant analysirte arseniksaure Cobaltoxyd repräsentirt erscheint. (Groth, Z. f. Kryst. 1880. V. 2 und 3. S. 245 oder Bull. soc. min. 1880. Tom. III. Nr. 7. Seite 175.)

Bernardinit. Derselbe ist ein neues Harz von San Bernardino County, Californien, und wurde von J. M. Stillmann untersucht und beschrieben. Die a. a. O. in bedeutender Menge gefundene Substanz erscheint in fast weissen, zerreiblichen, leichten und porösen Massen, welche so viel Luft einschliessen, dass sie wie Kork auf Wasser schwimmen. Dieselben haben auf dem Bruche ein schwachfaseriges Aussehen; unter dem Mikroskop findet man sie zusammengesetzt aus feinen unregelmässigen Fasern in einer amorphen structurlosen Grundmasse. Das luftfreie Mineral hat das spec. Gew. 1·166 (bis 18° C.). Es schmilzt

Digitized by Google

unvollkommen bei 140° C., wird aber bereits unter 100° C. weich. Unlöslich in Wasser, löslich in siedendem absolutem Alkohol (unter Hinterlassung von 13·4% eines weissen amorphen Rückstandes). Die Lösung hat eine blassgelbe Farbe, bitteren Geschmack und sauere Reaction. Der durch heissen Alkohol ausgezogene Antheil wird zwischen 115° und 125° flüssig, ohne constanten Schmelzpunkt. Das Mineral, einige Tage über Schwefelsäure getrocknet, verliert 3·87%, wahrscheinlich Wasser. Unter I ist die Zusammensetzung des getrockneten, unter II die des nicht getrockneten Minerales, unter der Annahme, dass der Verlust in H_2O bestehe, angeführt:

I		II	
C	64·53		64·46
H	9·20		8·75
O	(26·27)	H_2O	3·87
		Asche	0·12
	100·00		100·00

Die Substanz löst sich leicht und fast vollständig in kaustischem Kali zu einer leichten, klaren, bräunlichgelben Lösung, welche durch Verdünnen mit Wasser keinen Niederschlag gibt, während verdünnte Salzsäure eine flockige Fällung verursacht. Die letztere wurde getrocknet und analysirt; es ergab sich:

C	69·71
H	9·59
O	(20·70)
	100·00

Das gereinigte Harz zeigte vollkommene Schmelzung bei 127°—129° C., während schon bei niedrigerer Temperatur Erweichung eintrat. (Referat von E. S. Dana in Groth, Zeitschr. f. Kryst. 1880. IV. S. 380. Originalmitth. steht in Americ. Jour. sc. III. XVIII. 57. Juli 1879.)

Totaigit. Mit diesem Namen belegte F. Heddle eine im Kalke bei Totaig in Rossshire, in kleinen, hell rehbraunen Körnern mit erkennbarer Spaltbarkeit vorkommende Substanz, welche dem Chondrodit, noch mehr dem Danburit ähnlich ist und folgende Zusammensetzung besitzt:

SiO_2	37·22
Al_2O_3	0·76
FeO	1·05
MnO	0·23
CaO	5·24
MgO	44·97
H_2O	10·64
	100·11

An einer anderen Stelle desselben Kalkes fand sich mit blauschwarzer Farbe das gleiche Mineral, manchmal krystallisirten Malakolith umhüllend, und diesem in Structur und Glanz sehr ähnlich; an der zersetzten Oberfläche erschien

Digitized by Google

es ockergelb, weich, serpentinähnlich. Die dunkle Varietät wurde in schwachen Säuren weiss, hatte das spec. Gew. = 2·84—2·89, und gab bei der Analyse:

SiO_2	36·19
Al_2O_3	0·26
Fe_2O_3	0·29
FeO	2·96
MnO	0·45
CaO	3·27
MgO	45·57
K_2O	0·25
Na_2O	0·42
H_2O	10·20
	99·86

Nach der Art des Vorkommens schien diese Varietät eine Zwischenstufe der Umwandlung von Sahlit in Serpentin zu sein, wobei es jedoch auffallend ist, dass dieselbe noch mehr Magnesia enthält als der Serpentin selbst. (In Groth, Z. f. Kryst. 1880. IV. S. 310. Originalmitth. in Chapters on the Mineralogy of Scotland. Ch. IV. Augite, Hornblende, and Serpentin ous Change. — Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh, 1878. XXVIII. 453—555.)

Schneebergit. Das neue Mineral wurde von Bergrath Lhotsky an solchen Stufen der Bockleitner Halde am Schneeberge in Tirol gefunden, welche den Anhydrit oder sein Umwandlungsproduct, den Gyps, in Berührung mit Kupferkies und Magnetit zeigen, und zwar bald in den erstern beiden, bald im Kupferkies, jedoch immer nahe der Grenze der Erze mit den Sulfaten. Nach Dr. A. Březina bildet der Schneebergit durchsichtige, honiggelbe, glas- bis demantglänzende 0·5 bis 1 Mm. grosse Oktaëder. Die Messung ergab für den Winkel zweier Oktaëderflächen (111) : (111) = 70° 31·9 im Mittel aus 9 Bestimmungen von 70° 26·5 bis 70° 36·6 gegen 70° 31·7 berechnet. Häufig tragen die Oktaëder Einschlüsse von mikroskopischen Magnetiten oder negative Krystalle, in welchen Fällen dann das sonst einfachbrechende Mineral im parallel polarisirten Lichte unter gekreuzten Nicols Doppelbrechung zeigt. Die Substanz ist spröde; Bruch muschelig; Spaltbarkeit kaum in Spuren nach dem Dodekaëder (110). H = 6·5. Spec. Gew. (nach Dr. Weidel) im Mittel = 4·1. — V. d. L. unschmelzbar, wird nur unmerklich gebräunt. In Säuren unlöslich; in kohlensaurem Natronkali schwer aufschliessbar. Die Hauptbestandtheile sind nach Dr. H. Weidel Antimon und Kalk, neben welchen sich merkliche Mengen von Eisen und Spuren von Kupfer, Wismut, Zink, Magnesia, Schwefelsäure nachweisen lassen. Der einzige Verwandte des neuen Minerales, welchem der Name nach dem Fundorte gegeben wurde, ist der Romeïn Damours oder Romeït von S. Marcel in Piemont. (Verhandl. d. geolog. Reichsanstalt. 1880. Nr. 17. S. 313.)

F. Berwerth.

Digitized by Google

Literatur.

A. Damour u. G. v. Rath: Ueber den Trippkeït, eine neue Mineralspecies. — Zeitschrift f. Kryst. V. p. 245. 1880.

E. Hussak. Beiträge zur Kenntniss der Eruptivgesteine der Umgegend von Schemnitz. Sitzber. der k. Akademie der Wissensch. I. Abth. Juli Heft 1880.

L. Bombicci: Nuovi Studi sulla Poligenesi dei Minerali. Parte prima. Academia delle Scienze dell' Instituto die Bologna. 1880.

J. Hann: Ueber Volgers Quellentheorie. Zeitschr. der österr. Gesellschaft für Meteorologie, XV. Band, Decemberheft 1880.

F. Sandberger: Ueber Nakrit von Siebenlehn; Pseudomorphosen von Gilbertit nach Zinnwaldit, Rotheisen nach Manganit; Stiblith nach Antimonit; Ehlit von Moldawa. — Neues Jahrbuch f. Min. 1880 II. p. 288.

Derselbe: Ueber die Bildung von Erzgängen mittelst Auslaugung des Nebengesteins. — Zeitschr. der deutschen geol. Gesellschaft 1880. p. 350.

Derselbe: Zur Naturgeschichte der Rhön. — Vortrag, gehalten am 8. December 1880 im Verein für Geographie und Statistik zu Frankfurt am Main. Separatabdruck aus Nr. 1—6 der „Gem. Wochenschrift", Jahrgang 1881.

Das rheinisch-schwäbische Erdbeben vom 24. Januar 1880. Dargestellt von der Erdbebencommission des naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe; Karlsruhe 1881.

F. Kreutz: Ueber die Beziehungen zwischen verschiedenen Modificationen heteromorpher Mineralsubstanzen. — Zeitschr. f. Kryst. V. p. 236.

O. Maschke: Ueber eine mikroprismatische Methode zur Unterscheidung fester Substanzen. — Ann. der Physik u. Chemie 1880. N. F. XI. p. 722.

H. Schulze und A. Stelzner: Ueber die Umwandlung der Destillationsgefässe der Zinköfen in Zinkspinell und Tridymit. — Neues Jahrb. f. Min. 1881. I. p. 120.

A. Streng: Ueber die Phosphate von Waldgirmes. — Neues Jahrb. für Min. 1881.

M. Websky: Ueber die Krystallform des Descloizit. — Monatsber. der kgl. Akad. der Wissensch. zu Berlin. Sitz. v. 22. Juli 1880. p. 672.

Digitized by Google

Derselbe: Ueber die Krystallform des Vanadinites von Cordoba. — Ebenda p. 799.

H. H. Reusch: Die Alaunschieferscholle von Bäkkelaget bei Christiania. — Neues Jahrb. f. Min. 1880, II., p. 1.

G. H. F. Ulrich: Mineralogisches aus Neu-Seeland. — Neues Jahrb. f. Min. 1880, II., p. 192.

Herbich: Geologisches aus Bosnien und der Hercegowina. — Neues Jahrb. f. Min. 1880, II. Bd., p. 95.

G. v. Rath: Mittheilungen. Quarz, Adular, Albit von Skopi. Augitzwillinge, Estherville-Meteoritenfall. — Sitzungsber. der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn.

W. Hawes: The Albany Granite, New-Hampshire, and its contact phenomena. — American Journal of Science, Vol. XXI, January 1881.

A Cathrein: Die Dolomitzone bei Brixlegg in Nordtirol. — Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt 1880, IV., p. 609.

Derselbe: Ein Beitrag zur Kenntniss der Wildschönauer Schiefer und der Thonschiefernädelchen. — Neues Jahrb. f. Min. 1881. I. p. 169.

V. Goldschmid: Ueber Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen. — Inaugural-Dissertation. Stuttgart 1880.

F. Knapp: Die doleritischen Gesteine des Frauenberges bei Schlüchtern in Hessen. Inaugural-Dissertation. Würzburg 1880.

A. Schmidt: Ueber Pseudobrookit. — Természetrajzi Füzetek. Vol. IV. parte IV. 1880.

O. Luedecke. Ueber Reissit. — Neues Jahrb. f. Min. 1881, I. Bd., p. 162.

F. Nies und A. Winkelmann: Ueber Volumänderung einiger Metalle beim Schmelzen. — Sitzber. der kgl. Akademie der Wissensch. München 1880.

V. Kobell: Ueber Polarisationsbilder an Zwillingen zweiaxiger Krystalle. — Sitzber. der kgl. Akademie der Wissensch. München 1880.

Digitized by Google

Druckfehlerverzeichniss.

Band II. 1879.

Auf Seite	390	Zeile	11	lies	Wasserspiegel statt Meeresspiegel.
„ „	395	„	5	„	1 cm. statt 1 Mm.
„ „	395	„	36	„	sechsseitige statt sechsspitzige.
„ „	408	„	10	„	700—900 Fuss statt 700—900 Zoll.
„ „	408	„	15	„	Anfangspunkt statt Anhaltspunkt.

Band III. 1880.

Auf Seite	478	Zeile	3	von oben	lies Figur 5 statt Figur 4 und 5
„ „	488	„	15	„	unten ist das in Klammer geschlossene zu streichen.
„ „	491	„	10	„	oben lies „Coridschao“ statt „Laridschan“.
„ „	495	„	14	„	unten lies „Eisenglanz Schwierigkeiten“ statt „Eisenglanz keine Schwierigkeiten“.
„ „	499	„	13	„	oben ist zwischen „oder lockern, theils“ „(bei den Köhlern)“ einzuschalten.
„ „	499	„	14 des		Textes von unten ist hinter „Breccien“, einzuschalten: „wie sie beim „Aufstieg zum Eisensteinvorkommen“ anstehen“.
„ „	503	„	5	„	Textes von unten statt „(vgl. p. 23)“ lies „(vgl. p. 466)“.
„ „	503	„	3	von unten	statt Fig. 4. Durchschnitt u. s. w. lies: Fig. 4. Längsschnitt von Apatit im Dünnschliff.

Digitized by Google

REGISTER.

L. bedeutet Literaturangabe. — *N. M.* Neues Mineral.

	Seite
Abriachanit *N. M.*	288
Aetna *L.*	366, 455
Aetna-Asche *L.*	288
Aetna-Eruption 1879	37, *L.* 367
Alaunschiefer v. Bäkkelaget *L.*	547
Albergaria velha, Mineralvorkommen	507
Albit, optische Orientirung	153
Alshedit *N. M.*	453
Amorpher Kohlenstoff *L.*	366
Amphibolgesteine der Bretagne	385
Anden-Gesteine *L.*	366
Andesin, optische Orientirung	173
Andesite vom Mt. Hood	107
Anorthit, optische Orientirung	208
Anorthitbasalt von Japan *L.*	367
Antimon, Atomgewicht *L.*	95
Apatit in Trachyten von Demavend	476
Ardennen-Phyllit	533
Argentina, Minerale von, *L.*	365
Arzruni A., Kupferkiespseudomorphose von Nischnij Tagil *L.*	95
Augit, chemische Zusammensetzung	450
Augit-Olivin-Andesit vom Mt. Hood	113
Ausdehnung der Krystalle durch Wärme *L.*	95
Basalt von Calles	114
Becke F., Hypersthen von Bodenmais	60
— Ueber den Hessit von Botes	301
Behrens Th. M., Petrographie des indischen Archipels *L.*	455
Bergamasker Alpen *L.*	366
Bernardinit *N. M.*	543
Bertrand E., Anwendung des Mikroskopes auf die Geologie *L.*	288
— Neues Mineral von Nantes *L.*	288
Bhreckit *N. M.*	288
Blaas J., Eruptivgesteine Persiens	457
Bodenmais, Hypersthen	60
Boracit *L.*	366
Bosnien, Geologisches aus, *L.*	547
Brackebusch D. L, Minerale von Argentina *L.*	365
Brush G. J., und E. S. Dana, Danburit von Russel *L.*	365
Bologna, Geologie der Provinz *L.*	96
Bombicci L., Polygenesis der Minerale *L.*	546
Botes, Tellursilber	301
Bretonische Gesteine	369
Bücking H., durch Druck hervorgerufene opt. Anomalien *L.*	288
Burgerstein L. und F. Noë, Beobachtungen im südlichen Calabrien *L.*	365
Bytownit, optische Orientirung	202
Calabrien, geologische Beobachtungen *L.*	365
Calcitpseudomorphosen von Schemnitz *L.*	456
Calderon L., Zinkblende von Santander *L.*	288

Digitized by Google

Seite

Cathrein A., Wildschönauer Schiefer *L.* 547
— Die Dolomitzone bei Brixlegg *L.* 547
Celebes, Minerale von, ... 289
Characteres Mineralogici *L.* . . . 368
Chiastolithschiefer von Morbihan 381
Childrenit *L.* 456
Clinocrocit *N. M.* 286
Clinophaeit *N. M.* 286
Coelestin v. Perticara *L.* . . . 456
Columbiafluss, Gesteine vom, . . 97
Cooke J. P.: Atomgewicht des Antimon *L.* 95
Copper falls mine *L.* 456
Credner H., Schichtenstörungen in Geschiebelehm *L.* 288
C. W. Cross, Studien über Bretonische Gesteine 369

Damour A. und G. v. Rath, Kentrolith *L.* 455
— Trippkeit *L.* 546
Danburit von Russel *L.* 365
Danalit von Bartlett New- Hampshire *L.* 456
Demavend, Gesteine vom, . . . 459
Descloizit, Krystallform *L.* . . . 546
Diabas der Bretagne 408
Diamantführende Felsarten *L.* . . 288
Diamant, Hemiëdrie L. 368
Dietrich H., Chemische Untersuchung der drei neuen Mineralquellen von Krynica . . . 439
Diller J. S., Felsite von Boston *L.* 455
Diorite der Bretagne 399
Doelter C., Chemische Zusammensetzung der Augite 450
Dolerit vom Frauenberg *L.* . . 547
Dolerit vom Cascadegebirge . . 102
Dolomitzone bei Brixlegg *L.* . . 547

Eckenbrecher, C. von, Untersuchungen über Umwandlungsvorgänge in Nephelingesteinen 1
Eklogit von Pontivy 410
Eleonorit *N. M.* 454
Enhydros *L.* 366
Erdbeben des Jahres 1879 . . . 41
Erdbeben, Rheinisch-schwäbisches vom 24. Jänner 1880 *L.* . . . 546
Erdbeben u. deren Beobachtung *L.* 366
Eruptionen des Jahres 1879 . . 35
Erzgangbildung *L.* 546

Feldspathe, opt. Oientirung . . 117
Felsite von Boston *L.* 455

Seite

Felsitfels der Bretagne 398
Ficinit (Hypersthen) 60
Fischer H., Miscellen *L.* . . . 95
Fletcher L.: Ausdehnung der Krystalle durch Wärme *L.* . . . 95
— Krystallographische Notizen *L.* 95
Foullon H. v., künstliche hohle Pseudomorphosen 285
Fouqué F. et A. Michel Lévy: Diamantführende Felsarten *L.* . 288
— Künstliches Leucotephrit, Baryt- und Strontian-Feldspathe *L.* 288
— Minéralogie Micrographique *L.* 95
Fredricit *N. M.* 540
Frenzel A., Mineralogisches . . 504
— Mineralogisches aus Celebes . 289
— Pseudoapatit und Neolith . . 364
Fuchs C. W. C.: Die vulkanischen Ereignisse des Jahres 1879 . . 35

Geinitz F. E., Geologie Mecklenburgs *L.* 455
— Der Phyllit von Rimognes . . 533
Geschiebelehm, Schichtenstörungen im Untergrunde des, *L.* . . . 288
Geysirtheorie *L.* 96
Gilbertit 513
Gletschereis, seine Structur, *L.* . 455
Glimmerdiorit der Bretagne . . 405
Glimmerschiefer von St. Brieuc . 379
Goldschmid V., Kaliumquecksilberjodidlösung *L.* 547
Goniometer nach Babinet *L.* . . 368
Granit der Bretagne 391
Granit, seine fremden Einschlüsse *L.* 367
Granit von Albany *L.* 547
Grattarola G., Rosterit *L.* . . . 455
Guejarit *N. M.* 94
Gümbel C. W., Aetna-Asche *L.* . . 288
— Bergamasker Alpen *L.* . . . 366
— Enhydros *L.* 366

Hann J., Volgers Quellentheorie *L.* 546
Hargitta-Gesteine *L.* 96
Hussak E., Gesteine v. Schemnitz *L.* 546
Hauenschild H., Schleifmaterialien *L.* 96
Haughtonit *N. M.* 287
Hawes W., Albany-Granit *L.* . . 547
Heim A., Erdbeben *L.* 366
Hessit von Botes 301
Herbich, Geologisches aus Bosnien und der Hercegovina *L.* . . . 547
Heteromorphe Mineralsubstanzen, Beziehungen derselben *L.* . . 546

Digitized by Google

Seite

Hicks H., Vorcambrische Felsarten von Rossshire *L.* 366
Hofmannit *N. M.* 287
Hornblende-Andesit vom M. Hood 107
Huronische Thonschiefer *L.* . . 456
Hydroilmenit *N. M.* 452
Hypersthen von Bodenmais . . . 60
Hypersthen vom Demavend . . . 479

Ilopango, Eruption 1879 40
— *L.* 455
Indischer Archipel, Gesteine desselben *L.* 455
Inostranzeff A., Amorpher Kohlenstoff *L.* 366
Iserit *N. M.* 94
Island, Eruption 1879 39

Jannasch P. und J. H. Kloos, Gesteine vom Columbiafluss . . . 97
Javanische Eruptivgesteine *L.* . . 96
Jouyovitch J., Gesteine der Anden *L.* 366

Kaliumquecksilberjodidlösung *L.* . 547
Kentrohlith *L.* 455
— *N. M.* 541
Kersanton der Bretagne 407
Kilauea. Thätigkeit 1879 40
Kloos J. H. und P. Jannasch, Gesteine vom Columbiafluss . . . 97
Klein C., Ueber den Boracit *L.* . 366
— Nekrolog auf K. von Seebach *L.* 366
Kleine Karpathen, Melaphyre aus denselben 411
Klocke F., Optisch anomales Verhalten von unterschwefels. Blei *L.* 366
— Structur des Gletschereises *L.* 455
— Optische Anomalien *L.* 95
Knapp F., Dolerit vom Frauenberg *L.* 547
Kobell v., Polarisationsbilder von Zwillingen *L.* 547
Koch A., Gesteine von Czibles und Olahlaposbanya *L.* 456
Kohlenstoff, amorpher *L.* 366
Kosmischer Staub 517
Kreutz F., Beziehungen heteromorpher Mineralsubstanzen *L.* . . . 546
Krynica, Quellen von —. 439
Kryokonit 521
Krystallinische Schiefer der Bretagne 370

Seite

Krystallinische Schiefer aus Lappland *L.* 367
Krystallographische Notizen *L.* . 95
Künstlicher Baryt und Strontianfeldspath *L.* 288
Künstlicher Leucotephrit *L.* . . . 288
Kupferkiespseudomorphose *L* . . 95

Labradorit, optische Orientirung . 183
Lang H. O., Bedingungen des Geysir *L.* 96
Lasaulx A. von, Der Aetna *L.* 366, 455
— Ueber sog. kosmischen Staub . 517
Laspeyres H., Mineralogische Bemerkungen *L.* 366
Lautit 515
Lepidophaeit *N. M.* 451
Leucotil *N. M.* 452
Libysche Wüste, Gologischer Bau *L.* 368
Liskeardit *N. M.* 287
Literatur . . 95, 288, 365, 455, 546
Lorié J.. Javanische Eruptivgesteine *L.* 96
Lossen K. A., Metamorphische Gesteine von Harzburg *L.* . . . 96
Luedecke O., Basalt von Fuji-noyama *L.* 367
— Reissit *L.* 547

Manzoni A., Geologie von Bologna *L.* 96
Manganepidot *L.* 366
Maschke O, Mikroprismatische Methode *L.* 546
Mecklenburg, zur Geologie von *L.* 455
Mehlquarz 514
Melaphyre der kleinen Karpathen 411
Merapi, Thätigkeit im Jahre 1879 36
Metamorphosirte Gesteine von Harzburg *L.* 96
Meteorstaub 517 *L.* 367
Mikroprimatische Methode *L.* . . 546
Mikroskop, Anwendung desselben auf die Geologie *L.* 288
Mikroskopische Studien *L.* 368
Mineralanalysen *L.* 456
Minéralogie Micrographique *L.* . 95
Mineralogische Mittheilungen *L.* . 456
Mineralogische Notizen *L.* 96
Mineralquellen von Krynica. . . . 439
Miscellen *L.* 95
Mixit *N. M.* 93
Moineschti, Petroleumvorkommen 333
Monoklinische Krystalle, Berechnung *L.* 368

Digitized by Google

Seite

Muck F., Zwei neue Mineralvorkommen von Schwelm *L.* . . . 367

Neolith 365
Nephelingesteine, Umwandlung derselben 1
Neue Minerale . . 92, 286, 450, 540
Neues Mineral von Nantes *L.* . . 288
Neuseeland, Mineralogisches aus *L.* 547
Nies F. und A. Winkelmann Volumänderung der Metalle beim Schmelzen *L.* 547

Okna, Steinsalzvorkommen . . . 331
Old red sandstone von Shetland . 367
Oligoklas, optische Orientirung. . 164
Oligoklasalbit, optische Orientirung 159
Ontariolith *N. M.* 542
Optisch anormales Verhalten von unterschwefelsaurem Blei *L.* . 366
Optische Orientirung der Plagioklase 117
Optische Anomalien *L.* 95
Optische Anomalien durch Druck hervorgerufen *L.* 288
Optische Eigenschaften der Zinkblende von Santander *L.* . . . 288

Peach B. N. and J. Horne. Old red sandstone von Shetland *L.* . 367
— Vergletscherung der Shetlandinseln *L.* 367
Penck A., die pyroxenführenden Gesteine des nordsächsischen Porphyrgebietes 71
Penfield S. L., Childrenit *L.* . . 456
Perowskit von Val Malenco *L.* . 367
Persien, jüngere Eruptivgesteine . 457
Phillips A., Fremde Einschlüsse im Granit. *L.* 367
Phonolith, Umwandlung desselben 1
Phosphate v. Waldgirmes *L.* 367, 546
Phyllit von Rimognes 533
Picit *N. M.* 454
Picrolit von Florida Mass. *L.* . . 456
Pikrosmin 512
Plagiocitrit *N. M.* 286
Plagioklas, optische Orientirung . 117
Plasticität v. Geröllen *L.* . . . 456
Pohlig H., Schieferfragmente im Trachyt von der Perlenhardt . 336
Polarisationsbilder von Zwillingen *L.* 547
Polygmesis der Minerale *L.* . . 546
Primic G., Gesteine des Hargittazuges *L.* 96

Seite

Pseudoapatit 364
Pseudobrookit *L.* 547
Pseudomorphosen künstl. hohle — 285
Pyroxen-Granitporphyr 77
Pyroxen-Quarzporphyr 71

Quarzporphyr der Bretagne . . 395
Quellen von Krynica 439
Quellen von Slanik. 315
Quellentheorie *L.* 546

Rath G. v., Mineralogische Mittheilungen *L.* 406
— Mittheilungen *L.* 547
— Vorträge und Mittheilungen *L.* 367
Rath a. Damour Kentrolith *L.* . . 455
— Trippkeit *L.* 546
Reissit *L.* 547
Reusch H. H., Alaunschiefer von Bäkkelaget *L.* 547
Rhön, Naturgeschichte des — *L.* 546
Riess E. R., Entstehung des Serpentin *L.* 96
Rhomboëdrische Carbonate *L.* . . 368
Rosenbusch H., Referat über die Aetna-Eruption 1879 *L.* . . . 367
Rosterit *L.* 455
Rothpletz A., Steinkohlenformation des Tödi *L.* 367

Sandberger F., Erzgangbildung *L.* 546
— Pseudomorphosen *L.* 546
— Naturgeschichte des Rhön *L.* . 546
Sartorius von Waltershausen, der Aetna *L.* 366, 455
Schemnitzer Gesteine *L.* 546
Schieferfragmente im Trachyt von Perlenhardt 336
Schlammeruption bei Paterno . . 57
Schleifmaterialien *L.* 96
Schmidt A., Coelestin von Perticara *L.* 456
— Ueber Pseudobrookit *L.* . . . 547
Schneebergit *N. M.* 545
Schulze H. und E. Stelzner, Umwandlung der Destillationsgefässe in Zinkspinell und Tridymit *L.* 546
Schuster M., Ueber die optische Orientirung der Plagioklase . . 117
Schwelm, Minerale von — *L.* . . 367
Sedimentgesteine, ihre Structur *L.* 367
Serpentin, Entstehung desselben, *L.* 96
Shetlandinseln, Vergletscherung derselben *L.* 367
Siakuh, Gesteine des 491

Digitized by Google

	Seite
Silvestri O., Meteorstaub *L.*	367
Slanik, Quellen von	315
Spreustein	20
Sorby H. C., Structur geschichteter Gesteine *L.*	367
Staub, sog. kosmischer	517
Stein G. E., Melaphyre der kleinen Karpathen	411
Stelzner A., Krystallinische Schiefer von Lappland *L.*	367
Streng A., Phosphate von Waldgirmes *L.*	367
— Phosphate von Waldgirmes *L.*	546
Struever, Perowskit von Val Malenco *L.*	367
Subdelessit *N. M.*	450
Szabo J., Calcitpseudomorphosen von Schemnitz *L.*	456
— Classification und Chronologie der ungarischen tertiären Eruptivgesteine *L.*	456
Tellursilber von Botes	301
Temesvarer Bezirk *L.*	367
Thaumasit *N. M.*	92
Thoulet, Mikroskopische Studien *L.*	368
Tödi. Gesteine *L.*	367
Totaigit *N. M.*	544
Toula F., Temesvarer Bezirk *L.*	367
Trachyt, Schieferfragmente im,	336
Trachyte von Czibles und Olahlapos banya *L.*	456
Trachyte von Persien	457
Trechmann C. O., Dimorphie des Zinn *L.*	96
Trippkeit, *N. M.* 543 *L.*	546
Tritochorit	504
Tschermak G., der Boden und die Quellen von Slanik	315
— Rhomboëdrische Carbonate *L.*	368
Ulrich G. H. F., Mineralogisches aus Neuseeland *L.*	547
Umwandlungsvorgänge in Nephelingesteinen	1
Ungarische tertiäre Eruptivgesteine *L.*	456
Vanadinit Krystallform *L.*	546
Vanadinit und Tritochorit	504
Vénasquit *N. M.*	286
Vesuv, Thätigkeit im Jahre 1879.	35
Vorcambrische Felsarten von Rossshire *L.*	366
Vrba C., Mineralogische Notizen *L.*	96
Vreckit *N. M.*	288
Volumänderung der Metalle beim Schmelzen *L.*	547
Vulkanische Ereignisse des Jahres 1879	35
Wadsworth M. E., Bericht über die Copper falls mine *L.*	456
— Danalit und Picrolit *L.*	456
— Plasticität von Geröllen *L.*	456
Wattevillit *N. M.*	286
Websky M., Berechnung einer monoklinischen Krystallgattung *L.*	368
— Goniometer nach Babinet *L.*	368
— Descloizit und Vanadinit *L.*	546
Weisbach A., Characteres Mineralogici	368
Weiss Ch. E., Krystallisationsgesetze *L.*	368
Wichmann A., Huronische Thonschiefer *L.*	456
Wiik F. J., Mineralanalysen *L.*	456
Wildschönauer Schiefer *L.*	547
Xantholith *N. M.*	288
Zinkspinell als Umwandlungsproduct von Thonmuffeln *L.*	546
Zinn, Dimorphie desselben *L.*	96
Zittel, Geolog. Bau der libyschen Wüste *L.*	368

Druck von J. C. Fischer & Comp. Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

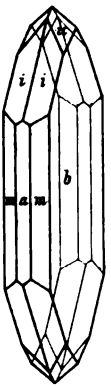


Fig. 2.

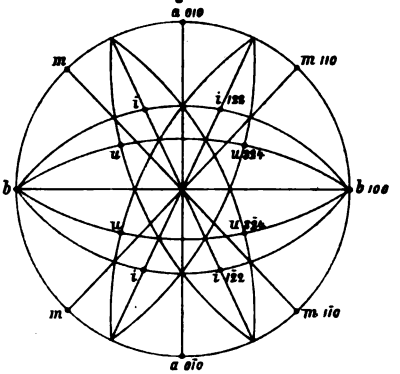


Fig. 3.

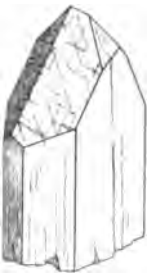


Fig. 4.

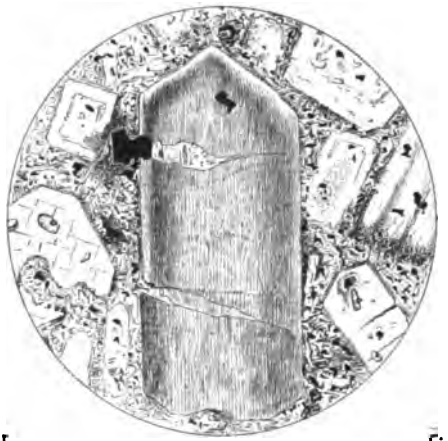


Fig. 5.

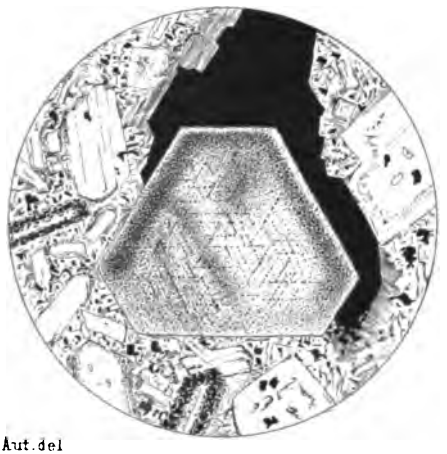


Fig. 6.

Aut. del

Lith. Anst. v. F. Köke.

Tschermak: Mineralog u. petrograph. Mittheilungen Bd. III. Heft 6.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts Buchhändler.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

1938

Digitized by Google